

## NASIL BİR AFET YÖNETİMİ?

Prof. Dr. Atilla ULUĞ  
atilla.ulug@deu.edu.tr

### GİRİŞ

Bilindiği üzere afetler, meydana geldikleri toplumlarda olumsuz etkiler bırakan olaylardır. İnsan kaynaklı afetlerin bir şekilde önlenmesi, geciktirilmesi v.b. imkanlar olmasına karşın, doğa kaynaklı afetlerin (özellikle depremlerin) hangi zaman diliminde olacağı konusunda ciddi bir belirsizlik bulunmaktadır. Bu tür afetlerden korunma ve zararlarını en aza indirebilmek için, olaya bilimsel yaklaşarak (hurafelere değil, bilimsel verilere dayanarak) hazırlanmak gerekmektedir. Bunun için, afet bilincini yükseltmiş olan ülkelerde olduğu gibi, afetlere önceden hazırlanmak, hazırlıklı olmak gerekmektedir. Modern afet yönetimi modellerine baktığımızda, afet öncesi yapılacak olan “risk azaltma” ve “hazırlıklı olma” çalışmalarının “Afet Döngüsü”nün en önemli aşamaları olduğu görülmektedir. Oysa ülkemizde yıllardır yapılan uygulamalarda afet öncesi yapılacak olanlardan çok, afet sonrası yapılan “yara sarma” politikalarına önem verildiği bilinmektedir. Tabiatıyla yönetimlerin, yaşanan bir afet sonrası vatandaşların can ve mal güvenliğinin sağlanması, onların yaşam düzenlerinin en kısa sürede normale döndürülmesi, afetin yarattığı ekonomik, sosyal ve psikolojik kayıplarının giderilmesi konularında yapacakları çok önemli işleri bulunmaktadır. Afet bilinci gelişmiş ülkelerde de bu konuda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak afeti yönetmenin yalnızca, oluşan bir krizi çözmek değil, afet olmadan önce buna hazırlanmak olduğunu unutmamak gerekir. Ülkemizde, Cumhuriyet Türkiye’inde bu doğrultuda önemli yasal çalışmalar bulunmakla beraber, uygulamada bunların tam anlamıyla yerine getirilmediğini üzülmekteyiz. Arzu edilmektedir ki, 1999 depremleri bu konuda bir başlangıç kabul edilerek, Türkiye’de de bir “modern afet yönetim” modeli benimsensin ve uygulanmağa başlasın! Yeterli olmamakla birlikte, bu konuda şimdiye kadar yapılan çalışmaları önemseyip, bunların artarak devam edeceği ümidiyle, ülkemizin de en kısa sürede “afet zararlarını en aza indiren ülkeler” sınıfına geçmesi sağlanmalıdır.

### AFET NEDİR?

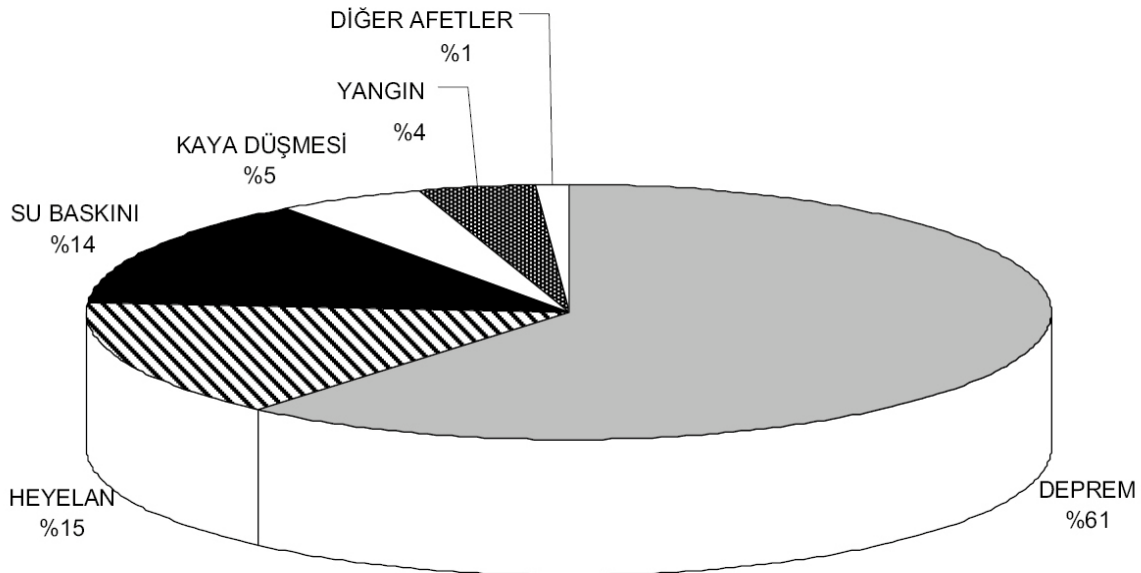
Afetler en genel tanımıyla, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, gündelik yaşam faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak, insan topluluklarını etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi imkan ve kaynaklarını kullanarak altından kalkamayacağı, üstesinden gelemeyeceği doğal, teknolojik veya insan kökenli olaylardır. Eğer bir olay, bireylerin ve grupların yaşamlarında bir bozulma veya sapma meydana getirmiyorsa bu “afet” olarak adlandırılmaz. Bir afeti oluşturan iki unsurdan bir tanesi “afeti meydana getiren olay”, diğeri de “olayın meydana geldiği toplum yapısı”dır. Bu bakımdan, bir toplum için afet olarak sayılan bir olay, başka bir toplum için afet sayılmayabilir. Bu, genellikle toplumların gelişmişlik durumlarıyla doğru orantılıdır. Ama bazen, afeti meydana getiren olayın büyüklüğü ve kapsamı o kadar fazla olabilir ki, bu durumda gelişmiş ülkelerde bile bahis konusu olan olay bir “afet” olarak tanımlanabilir. Yani, olayın insan

yerleşimlerine, toplum yapısına zararlı etkisi olması durumunda bir afet durumundan söz edilebilir.

Afetleri öncelikle iki grup altında toplamak gerekmektedir. Bunlardan birincisi, doğal ve fiziksel olayların neden olduğu afetlerdir. Deprem, sel, fırtına, heyelan, kaya düşmesi, yanardağ püskürmesi, deniz taşması (tsunami), çığ düşmesi, kuraklık v.b. insan etkisi olmadan doğanın kendisinden kaynaklanan olayların çoğu afetler ile sonuçlanabilir. Afetleri oluşturan ikinci grup olaylar ise, insan aktivite ve ihmallerinin neden olduğu olaylardır. Bunlar arasında yangınlar, patlamalar, büyük boyutlu kazalar, savaşlar, terörist saldırıları v.b. en önemlileridir. Çevre kirlenmesi, toprak erozyonu, doğal ve ekolojik dengenin bozulması, yer altı kaynaklarının azalması ve su kaynaklarının aşırı tüketilmesi de yine insan eliyle doğaya yapılan yanlış müdahaleler sonucu ortaya çıkabilecek afetler arasında sayılabilir. Sonuç olarak, hangi kaynaklı olursa olsun afetler meydana geldiği toplum yapısında bir bozulma meydana getirir ve pahası biçilemez can kayıpları ve yaralanmaların dışında büyük ekonomik ve sosyal kayıplara da yol açarlar.

## ÜLKEMİZDEKİ AFET TEHLİKESİ

Jeolojik, topografik ve coğrafik bakımdan çok önemli bir konumda bulunan ülkemizde doğal afetlerin çok sık yaşandığı bir gerçektir. Bu afetler ve onun bıraktığı etkiler, toplum ve insan yaşamındaki dönüm noktaları olarak kabul edilebilir. Ülkemizin geçmişte yaşadığı afet olayları toplam olarak incelendiğinde, bunun %61'inin depremler, %15'inin heyelanlar, %14'ünün seller, %5'inin kaya düşmesi, kalan %1'inin de diğer afetlerden (çığ, fırtına, yağmur gibi) kaynaklandığı görülmektedir (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 1997). Şekil 1'de ülkemizde yaşanan afetlerin dağılım grafiği görülmektedir.



Şekil 1. Ülkemizde yaşanan “Afet” türleri (Akdağ, 2002’den alınmıştır).

İnsan ihmal ve hatalarından kaynaklanan yangın afeti yukarıda verilen tablodan çıkartıldığında, yani yalnızca doğal olay kaynaklı afetleri kategorize ettiğimizde, dağılım aşağıdaki gibi olmaktadır:

Tablo 1. Ülkemizdeki “Doğal Afet” oranları ve yıkılan konut sayısı (Özmen ve diğ., 2005’den alınmıştır).

Doğal Afet Türü	Yıkılan Konut Sayısı	Yüzde (%)
Deprem	495,000	76
Heyelan	63,000	10
Sel	61,000	9
Kaya düşmesi	26,500	4
Çığ	5,154	1
<b>TOPLAM</b>	<b>650,654</b>	<b>100</b>

Yukarıdaki grafik ve tablodan da görüldüğü gibi, ülkemizdeki en önemli “doğal afet” depremlerdir. Zira, dünyanın en önemli deprem kuşaklarından birisi olan “Akdeniz-Transasyatik” (Alp-Himalaya) kuşağı üzerinde bulunan ülkemizin %92’sinde deprem riski bulunmaktadır (bazı kaynaklarda bu oran %98 olarak da ifade edilmektedir). Nüfusumuzun %95’i, büyük sanayi kuruluşlarımızın %98’i, barajlarımızın da % 93’ü deprem riski taşıyan bölgelerde bulunmaktadır.

Ülkemizde pratik olarak her yıl (1.1 deprem/yıl ) yıkıcı bir deprem yaşanmakta, 25 adet önemli su baskını/sel ve 50 adet heyelan oluşmaktadır. Türkiye’de son yüz yılda meydana gelen 192 adet hasar yapıcı deprem nedeniyle yaklaşık 100 bin vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve 650 binden fazla konut ya yıkılmış, ya da ağır hasar görmüştür (Uluğ, 2007)

## ÜLKEMİZDE DOĞAL AFETLERİN YARATTIĞI EKONOMİK KAYIPLAR

Doğal afetler, neden oldukları can kayıplarının yanında, Türkiye için önemli ekonomik kayıpları da beraberinde getirmektedir. Bu konuda yapılan istatistiklere göre, doğal afetlerin her yıl “Gayri Safi Milli Hasıla”nın (GSMH) %1’i oranında doğrudan ekonomik kayıplara yol açtığı ifade edilmektedir (Özmen ve diğ., 2005). Ancak, doğrudan ekonomik kayıpların yanında üretim kaybı, pazar kaybı, stok kaybı, işsizlik, fiyat artışları v.b. de ilave edildiğinde toplam ekonomik kayıpların GSMH’nin %3 veya %4’üne ulaştığı (Kanlı ve Ünal, 2004), hatta bazı kaynaklara göre bu kayıpların GSMH’nin %5-7’sine kadar çıktığı ifade edilmektedir (İzmir Ticaret Odası Başkan Vekili A. Özkazanç kaynaklı olarak Uluğ, 2007). Yine aynı kaynağa göre, depremlerin yol açtığı zararların kalkınma hızını da yaklaşık 1 puan geriye çekildiği ifade edilmektedir.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (BİB) “Afet Koordinasyon Merkezi”nin Ağustos 2004 tarihinde yayınladığı rapora göre, 1999 depremlerinin ülkemize maliyetinin 20 Milyar ABD Doları bulunduğu, TMMOB Jeoloji Müh. Odası (2005)’e göre ise bunun 25-30 Milyar ABD Doları civarında olduğu belirtilmektedir. Beklenen Marmara Depremi için ise, Türkiye’deki 4

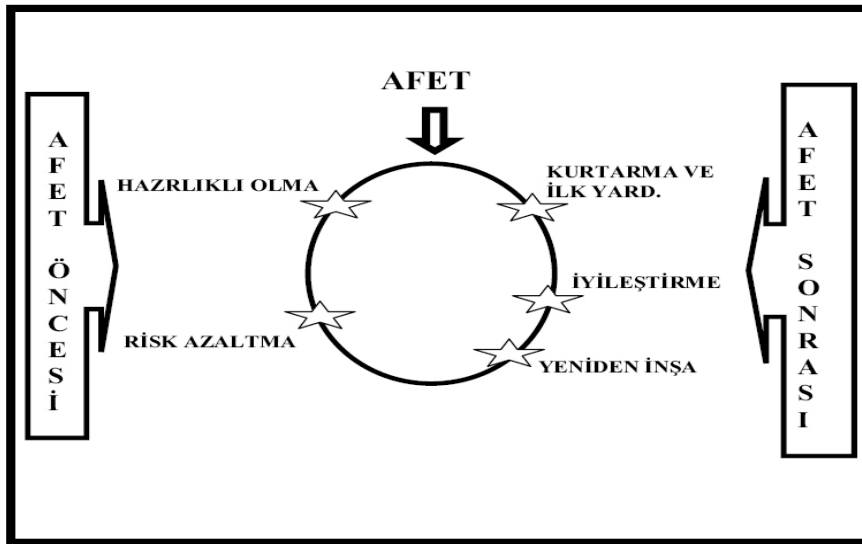
\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

üniversite ile birlikte Japonya Uluslararası İşbirliği Merkezi (JICA)'nın ortak çalışması sonucu hazırlanan rapora göre ekonomik zararın 100 Milyar ABD Doları civarında olacağı tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak, afetlerin ülkelerin ve bölgelerin gelişme çabalarına vurulmuş darbeler olduğu görülmektedir. Uzun birikimler sonucu kazanılan değerler bir anda yok olmaktadır. İnsanoğlunun doğal olayları engelleme gibi bir yeteneği olmadığına göre, işin doğrusunun doğa'nın milyarlarca yıl süren evrimi ve kurallarının öğrenilip, doğa ile birlikte, iç içe barış içerisinde yaşanması şeklinde olması gerekmektedir. Bunun için, bilinçli bir şekilde planlanacak olan “Afet Yönetimi Modeli” hazırlanıp, uygulamaya geçirilmelidir.

## AFET YÖNETİM MODELİ

Dünya üzerinde doğal afetlerle sık sık karşılaşp, büyük zararlara maruz kalan ülkeler, geliştirdikleri bazı modeller ile afet zararlarını daha düşük seviyelere indirebilmişlerdir. “Afet Yönetimi”, afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılabilmesi için “afet öncesi”, “afet sırası” ve “afet sonrası” nda yapılması gereken teknik, yönetsel ve yasal çalışmaları belirleyen ve bunları uygulamaya sokan; bir afet karşısında etkili bir uygulama yapabildiği sağlayan ve olaylardan elde edilen deneyimlerin ışığında mevcut sistemi geliştiren bir yönetim yaklaşımıdır. Afet Yönetim Modeli de süreklilik gerektiren ve iç içe geçmiş safhalardan oluşan bir model şeklindedir (Şekil 2). Dünyada değişik ülkelerde kullanılan Afet Yönetim modelleri, aralarında bazı küçük farklılıklar olmasına rağmen birbirlerinin benzerleri şeklindedir.



Şekil 2. Afet Döngüsü (Afet Yönetim Modeli) (Akdağ, 2002'den alınmıştır).

Şekil 2'de görüldüğü gibi, modern bir “Afet Döngüsü”nde iki ana safha vardır. Bunlardan birincisi afet öncesi çalışmalardır ki, buna **RİSK YÖNETİMİ** denmektedir. Bu aşamadaki çalışmalar “Risk Azaltma” ve “Hazırlıklı Olma” faaliyetleridir. Bu modele göre, afet öncesi yapılan risk azaltma çalışmaları Afet Yönetimi'nin en önemli aşamasıdır. Gelişmiş ve afet

bilincine erişmiş ülkelerdeki “risk azaltma” ve “hazırlıklı olma” çalışmaları yüzünden afet zararları çok düşük seviyelerde kalmaktadır.

Afet oluşuktan sonra yapılan çalışmalara ise **KRİZ YÖNETİMİ** denmektedir. Bu safhadaki “**Kurtarma ve İlk Yardım**” faaliyetleri çok önemlidir. Zira, afetlerden sonra oluşan karmaşa ortamında çok iyi bir kriz yönetimi ile bu aşama başarılı bir şekilde atlatılabilir. Afetlerden sonraki kritik ilk 72 saatlik dönemde enkaz altından olabildiğince çok sayıda afetzedenin canlı bir şekilde çıkartılması ve bunlara ilk yardımın yapılması hedeflenmektedir. Ülkemizde bu konudaki çalışmalar ve yapılanma çok başarılı bir şekilde sürdürülmektedir. İllerde Vali, ilçelerde Kaymakam başkanlığında oluşturulan Kriz Merkezleri bu süreci iyi bir şekilde yürütmektedir.

Aslında, ülkemizde yıllardır İç İşleri Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Sivil Savunma teşkilatına ilaveten, özellikle 1999 Körfez depremlerinden kazanılan acı deneyimler sonucu arama-kurtarma ve ilk yardım faaliyetlerinin şu gün için çok iyi bir seviyeye ulaştığı söylenebilir. Bu aşama birçok kurum ve kuruluşun ortak katılımıyla ve ilgili Bakanlıklar bünyesindeki yeniden yapılandırmalar ile sürdürülmektedir.

Ülkemizde bazı illerde yürütülen toplumsal örgütlenmelerle beraber (**Mahalle Afet Gönüllüleri**), İzmir ilinde bir de, bir kriz anında ilgili kurumlara destek olmak amacıyla, İzmir Valiliği, Büyükşehir Belediye Başkanlığı ve İzmir Yerel Gündem 21’in ortak çalışmaları ile “**Toplum Afet Gönüllüsü**” kazanma ve yetiştirme projesi yürütülmektedir.

Afet sonrası yapılan Kriz Yönetimi çalışmalarındaki “**kurtarma ve İlk Yardım**” aşamalarından sonra gelen aşama, “**İyileştirme**” faaliyetleridir. Sosyal ve ekonomik yönden bir travma geçiren toplumun en kısa sürede normal yaşantısına geçmesi gerekmektedir. Geçici iskan mahallerinin oluşturulması, ibade-iaşe merkezlerinin kurulması, afetlerde bozulan alt yapının acilen düzeltilmesi bu aşamada yapılmaktadır. 1999 depremlerinde yaşanan belirsizlik ve olumsuzluklardan alınan tecrübeler doğrultusunda, şüphesiz yeterli olmamakla birlikte, ülkemizde şimdi bu konuda hayli ilerlemiş örgütlenme ve yapılanma çalışmaları bulunmaktadır.

Afet sonrası yapılacak olan Kriz Yönetimi döneminin sonunda “**Yeniden İnşa**” aşaması gelmektedir. Bu safhada afetin izlerini silecek ve tamamen afet öncesi normal yaşama dönecek çalışmalar yürütülür. Bazı “**Afet Yönetimi**” modellerinde bu aşama “**Kalkınma**” ile birlikte değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak bir afet döngüsünde, yaşanan bir afetten sonraki **KRİZ YÖNETİMİ** safhasının tamamlanıp, toplumun normal yaşama dönmesinden sonra yeni bir afet için yeniden **RİSK YÖNETİMİ** dönemi çalışmalarına geçilmelidir. Bu şekilde, gelişen teknoloji ve kazanılan deneyimlerin ışığında yapılacak olan yeni “**Risk Yönetimi**” çalışmaları, gelecekte yaşanacak olası bir afetin zararlarını ortadan kaldırabilir veya en azından en az düzeye çekebilir. Özetle, başı ve sonu olmayan bu döngü dünya var olduğu sürece devam edecektir. Etmelidir de!

## TEHLİKELERİN BELİRLENMESİ

Girişte de ifade edildiği gibi, ülkemizde afetlere yönelik çalışmalar maalesef afet sonrası oluşan bir “**Kriz**”in çözümü şeklinde yapılmaktadır. Türkiye bu konuda, özellikle son on yılda yaşanan büyük depremler sonucu önemli çalışmalar yapmış ve hatta zaman zaman uluslararası camiada da (Endonezya, İran, Yunanistan depremleri v.b.) bu deneyimlerini başarı ile sergilemiştir. Ama aslolan, afet yaşanmadan önce tehlikelerin belirlenmesi, risk hesaplarının yapılması ve riski azaltıcı yönde hazırlanma safhalarının yapılması gerekmektedir. Bu bakımdan bazı deyimleri burada kısaca açıklamak yararlı olacaktır.

**Tehlike:** Doğal veya insan kaynaklı olarak oluşan, toplum yaşantısını olumsuz yönde etkileyip, normal yaşantıyı kesintiye uğratabilecek nadir olaylardır. Bu olayların hangi bölgelerde, hangi zaman diliminde ve hangi büyüklükte meydana gelebileceğini ortaya koyan çalışmalara da “**tehlikenin belirlenmesi**” çalışmaları denir.

Ülkemizde yaşanan son depremler ve onun sonucu oluşan bilinç seviyesinin yükselmesi sonucunda, bu konuda şimdi artık hayli ilerlemeler mevcuttur. İnsan yerleşimlerinde ve yakın çevresindeki tehlikelerin büyüklüğü önceden tespit edilip, bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Gerçi halen, tehlikenin azaltılması yönündeki çalışmalar hayli kısıtlı ise de, en azından planlama çalışmaları yapılmakta ve ekonomik programlarda bu konuya yer verilmektedir.

**Risk:** Tehlikenin ortaya çıkması durumunda meydana gelecek kayıpların belirlenmesidir. Şu gün için risk hesaplamaları için uygulanan pratik formül,

### **RİSK = TEHLİKE x TEHLİKEYE MARUZ DEĞERLER x ZARAR GÖREBİLİRLİK**

şeklindedir. Görüleceği üzere “**Risk**”in hesaplanabilmesi için, “**Tehlike**”nin belirlenmesinin dışında, “**Tehlikeye Maruz Değerler**”in tespit edilip, tehlikenin ortaya çıkması durumunda bunların “**Zarar Görebilirlik**” derecelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bir örnek olması bakımından, insan yerleşiminden uzak bir yerde ortaya çıkabilecek büyük bir deprem tehlikesine karşı, bölgede tehlikeye maruz bir değer bulunmuyorsa (can ve mal kaybı bakımından) ve oradaki değerlerin zarar görebilirlikleri yoksa veya ihmal edilecek boyuttaysa, ortada bir “**risk**”in olduğundan söz edilemez. Yani, açık denizde, boş dağlarda meydana gelebilecek büyük bir depremin, orta veya küçük ölçekteki bir depremin çarpık yapılaşmanın olduğu bir yerleşim bölgesindeki “**risk**” değeri daha küçük olacaktır. “**Tehlike**” aynı, hatta daha küçük olmasına karşın, yukarıdaki bağıntıdaki “**tehlikeye maruz değerler**” ve “**zarar görebilirlik**” çarpanları büyüdüğünden “**risk**” daha büyük olacaktır.

Kökene ne olursa olsun, afet zararlarının azaltılması için her şeyden önce, toplumun bütününün (karar vericilerden normal vatandaşa kadar) afet zararlarının azaltılması konusunda etkili ve sürekli eğitim faaliyetleri ile bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesinden geçtiği unutulmamalıdır!

## ÜLKEMİZDE YAPILAN AFET YÖNETİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR (AFET YÖNETİM KANUNU VE GEÇİRDİĞİ EVRİMLER)

Ülkemizde “afet” ve “imar mevzuatı” denince ilk akla gelen düzenlemeler **7269 sayılı “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ile Yapılacak Yardımlara Dair Kanun”** ile **3194 sayılı “İmar Yasası”** ve bu yasalara dayalı olarak hazırlanan yönetmelik, genelge v.b. düzenlemelerdir.

Aşağıda ülkemizde doğal afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması konusundaki çalışmalar kronolojik bir şekilde verilmeğe çalışılmıştır (DPT Müsteşarlığı, 2000).

Osmanlı İmparatorluğu döneminde meydana gelen büyük afetlerde halka padişah fermanları ile acil yardım ve konut yardımı yapıldığına dair bazı örnekler bulunmaktadır. Bu konudaki ilk yazılı örnek, **14 Eylül 1509** yılında meydana gelen İstanbul depremi sonrasında rastlamaktadır. 13.000 insanın öldüğü rivayet edilen ve 109 cami ile 1047 yapının yıkıldığı bilinen bu depremden sonra, zamanın Osmanlı Padişahı II. Beyazıt çıkardığı bir fermanla, yeniden ev yapmak amacıyla aile başına 20 altın bağışta bulunmuştur. Yine bu fermanla, harap olan Başkent’in (İstanbul) yeniden imarı için 50.000 usta görevlendirilmiş ve 14-60 yaşları arasındaki erkeklerin inşaat işlerinde çalışmaları emredilmiş, deniz kenarındaki dolgu zeminler üzerine ev yapmak yasaklanmış ve ahşap-karkas (bağdadi) ev yapımı teşvik edilmiştir. Ancak, tüm bu yardımlar doğal afet zararlarının, afetler olmadan önce azaltılması çalışmaları ile ilgili olmayıp, afetler olduktan sonra yapılan yara sarma çalışmaları olarak devam etmiştir.

Şehirleşme ve yapılaşmaları bazı kurallara bağlama ihtiyacı ilk olarak **1848** yılında duyulmuş ve o yıl çıkarılan “**Ebniye Nizamnamesi**” ile İstanbul içerisinde yapılaşmalara bazı esaslar getirilmiştir. Daha sonra **1877** yılında çıkarılan bir nizamname ile uygulama imparatorluk sınırları içerisinde tüm belediyelere yaygınlaştırılmıştır. **1882** yılında çıkarılan “**Ebniye Kanunu**” ile de belediye teşkilatı olan yerlerde, alt yapılar ve yolların düzenlenmesi konusu da yapılarla birlikte esaslara bağlanmıştır.

Cumhuriyet döneminde, **1930** yılında yürürlüğe giren **1580 sayılı “Belediye Kanunu”** ile Belediyelere, yerleşme ve yapılaşmalarla ilgili denetim görevi ve ihtiyaç sahipleri için konut inşa ettirmek görevi verilmiştir.

**26 Aralık 1939** tarihinde ülkemizde son yüzyılın en büyük depremi olan “**Erzincan Depremi**”nin meydana gelmesi ve bu depremde 32.962 kişinin hayatını kaybetmesi ve 116.720 yapının yıkılması veya ağır hasar görmesi üzerine, o günkü Cumhuriyet Hükümeti bazı yasal düzenlemeler yapma ihtiyacı duymuş ve ilk kez **17 Ocak 1940** tarihinde **3773 sayılı “Erzincan’da ve Erzincan Depreminden Müteessir Olan Mıntıklarda Zarar Görenlere Yapılacak Yardımlar Hakkında Kanun”** çıkarmıştır. İlk kez bu kanunla, depremden etkilenen yörelerdeki vergi mükelleflerinin tüm vergileri terkin edilmiş, memur ve diğer çalışanlara 3 maaş tutarında avans verilmesi öngörülmüş ve evleri yıkılan, evlerini kullanamayacak hale gelen kişilere ücretsiz arsa verilmesi ve yapı malzemesi yardımı yapılması esasları benimsenmiştir.

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

1940'lı yılların başında ülkemizin birçok yöresinde yoğun su baskınlarının yaşanması üzerine **14 Ocak 1943** tarihinde **4373 sayılı “Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma”** adı altında yeni bir kanun çıkarılmıştır. Bu kanun ile Cumhuriyet döneminde ilk kez, su baskınları afetine karşı, afetler olmadan önce alınacak tedbirler belirlenmiş ve afet sırasında yapılacak çalışmalara yeni esaslar getirilmiştir.

26 Aralık 1939 büyük Erzincan Depremi ile başlayıp, ortalama olarak 7 ay gibi kısa aralıklarla meydana gelen **Niksar-Erbaa, Adapazarı-Hendek, Tosya-Ladik ve Bolu-Gerede** depremlerinde 43.319 kişinin ölmesi, 75.000 civarında kişinin yaralanması ve yaklaşık 200.000 binanın yıkılması veya kullanılamaz hale gelmesi üzerine o günün Cumhuriyet Hükümeti, deprem olayının doğurduğu sonuçların yalnızca yıkılanın yerine yeni ev yaparak çözülemeyeceği ve ülkemizde mutlaka deprem zararlarının azaltılması konusunda bazı çalışmalar yapılması gerektiği kararına varmış ve **18 Temmuz 1944** tarihinde **4623 sayılı “Yer Sarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun”**u çıkarmıştır.

Ülkemizde gerçek anlamda doğal afet zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar bu kanunla başlamıştır. Bu kanunun çıkarıldığı yıllarda benzer yasalara sahip olan, **1924** yılında çıkardığı bir kanunla **Japonya**, **1933** yılında çıkardığı bir kanunla **Amerika Birleşik Devletleri** ve **1940** yılında çıkardığı bir kanunla **İtalya** dışında benzer kanunu olan başka bir ülke bulunmamaktadır. Nitekim bu kanun gereğince Bayındırlık Bakanlığı ilgili üniversitelerle işbirliği yaparak, **1945** yılında ilk **“Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritası”**, **“Türkiye Yer Sarsıntı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği”**, bu günkü adıyla **“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik”**i hazırlamış ve uygulanması zorunlu bir yönetmelik olarak yürürlüğe koymuştur.

1950'li yılların ortalarından itibaren gittikçe yoğunlaşan sanayileşme, göç ve şehirleşme hareketleri, şehirlerimizde olumsuz gelişmelere yol açmış ve **1933** yılında çıkarılmış olan **“Belediye Yapı ve Yollar Kanunu”** yerleşme ve yapılaşmanın denetimi açısından yetersiz kalmağa başlamıştır. Bunun üzerine, **1956** yılında zamanına göre hayli ileri sayılan **6785 sayılı “İmar Kanunu”** çıkarılmıştır. Bu kanunla, yerleşme yerlerinin belirlenmesi sırasında doğal afet tehlikesinin ortaya çıkarılması ve fenni mesuliyet sistemi ile yapı denetimi konularına önem ve öncelik verilmiştir. Bu kanunun yürürlüğe girmesinden sonra, ülkede gittikçe önemi artan imar, konut ve afet politikalarının Bayındırlık Bakanlığı gibi aşırı derecede yoğun görevlerle görevlendirilmiş bir Bakanlık içerisinde etkili bir şekilde yürütülemeyeceği gerçeği anlaşılmış ve **“İmar ve İskan Bakanlığı”** adı altında yeni bir Bakanlığın kuruluş hazırlıklarına başlanmıştır.

Bunun üzerine, ana görevi afetlerden önce ve sonra gerekli tedbirleri almak, ülkenin bölge, şehir ve köylerinin planlamasını yapmak, konut ve iskân sorununu çözmek, ülkedeki yapı malzemelerinin geliştirilmesi ve standartlarını hazırlamak olan **“İmar ve İskan Bakanlığı”** **1958 yılının Mayıs ayında 7116 sayılı Kanun** ile kurulmuştur. Nitekim 1958 yılı ve sonrası ülkemizde doğal afet zararlarının azaltılması çalışmaları açısından önemli politika değişikliklerinin yaşandığı ve uluslar arası alandaki yeni gelişmelere paralel olarak önemli gelişmelerin sağlandığı yıllar olmuştur.

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



En önemli gelişme ise, **15.05.1959** tarihinde (çeşitli değişiklikler ile hala yürürlükte olan) **7269 sayılı “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ile Yapılacak Yardımlara Dair Kanun”**un çıkarılması olmuştur. Bu kanun ile, depremler ve su baskınları dışında kalan heyelan, kaya düşmesi, çığ, yangın, fırtına v.b. tüm doğal afetler de kapsam içerisine alınmış ve muhtemel “**afet**” kavramını getirerek, bu afetler olmadan önce, can ve mal güvenliği açısından, gelecekte afete maruz kalabilecek yerleşimler dahil edilmiştir.

Çıkarıldığı tarihte, uluslar arası alanda en çağdaş ve kapsamlı afet kanunlarından biri olarak değerlendirilen ve bir çok ülke tarafından örnek alınan bu kanun, ülkemizde 1960-1967 yılları arasında çok yoğun olarak yaşanan depremler, su baskınları ve heyelanlardan kazanılan deneyimlerin ve yeni ihtiyaçların ışığı altında, **1968** yılında **1051** sayılı kanunla önemli oranda değiştirilmiş ve kanuna 7 madde eklenmiştir. Yapılan bu değişiklik ve ilaveler, tamamen hizmetin daha hızlı ve etkili yapılmasını ve afetlerden etkilenen vatandaşlara daha geniş yardımlar yapılmasını sağlayacak yönde olmuştur.

**7269** sayılı kanun, zaman içerisinde ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar nedeniyle **1981** yılında **2479** sayılı kanunla, **1985** yılında **3177** sayılı kanunla ve son olarak da **1995** yılında **4133 sayılı kanunla** bazı maddeleri değiştirilmiş veya bazı yeni maddeler eklenerek revize edilmiştir. 1992 yılında Erzincan’da önemli hasarlara yol açan depremin yalnızca fiziksel kayıplar değil, göç, işsizlik, üretim kaybı v.b. sosyal ve ekonomik kayıplara yol açması ve halen yürürlükte olan **7269** sayılı kanunun bu tür sosyal ve ekonomik kayıpları azaltmağa imkan vermemesi üzerine, **28.08.1992** tarihinde **3838 sayılı “Erzincan, Gümüşhane ve Tunceli İllerinde Vuku Bulan Deprem Afeti İle Şırnak ve Çukurca’da Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesi Hakkında Kanun”** çıkarılmıştır.

**7269** sayılı kanunun zaman içerisinde eksik kalmış olan yönlerini tamamlayan bu kanunla Erzincan Depreminin yaraları kısa zamanda sarılmış ve deprem güvenliği artırılmış yepyeni bir Erzincan inşa edilmiştir. Yalnızca Erzincan Depreminden etkilenen bölgeleri kapsayan bu kanundan sonra, meydana gelen afetlerden etkilenen diğer yöreler için de benzer bir kanun hazırlanması ihtiyacı ortaya çıkmış ve **23.07.1995** tarihinde **4123 sayılı “Tabii Afet Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun”** çıkarılmıştır. Acele ile hazırlandığı için **3838** sayılı kanunun bütün maddelerini kapsamayan bu kanun, **01.10.1995 Dinar Depreminden** sonra, **16.11.1995** tarih ve **4133 sayılı kanunla** değiştirilmiş ve yeni bazı maddeler eklenmiştir.

Ülkemizin “**Kriz Yönetimi**”ne ilişkin temel düzenlemeler **30.09.1996** tarihinde Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren “**Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği**” ile **05.10.1998** tarihinde yürürlüğe giren “**Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönergesi**”nde yer almıştır. Bunun yanında, afetle doğrudan ilgili olan başta İçişleri ve Bayındırlık ve İskân Bakanlıkları olmak üzere diğer ilgili bakanlıkların da kriz yönetimine ilişkin yönergeleri mevcuttur. Fakat diğer bütün alt yönerge ve planlar Başbakanlık düzenlemelerine uygun olarak yapılmak zorundadır.

**17 Ağustos 1999 Depremi** ülkemizin yaşadığı en önemli afetlerden birisidir. Bu afeti diğer afetlerden ayıran birçok özellik bulunmaktadır. Her şeyden önce çok geniş bir alanı etkilemiş, ülkemizin en yoğun nüfusa ve sanayi alanlarına sahip bölgesinde ve metropol alanında yaşanmıştır. Tüm bu nedenlere mevcut afet yönetim yapımız çeşitli sebeplerden dolayı yeterli

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

olamamıştır. Bu durumda, şimdiye kadar olan afetlerden çıkarılan dersler ışığında, “**Kanun Hükmündeki Kararnamelerle (KHK)**” afet mevzuatımızda önemli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Bunun için, 27.08.1999 tarih ve 4452 sayılı “**Doğal Afetlere Karşı Alınacak Önlemler ve Doğal Afetler Nedeniyle Doğan Zararların Giderilmesi İçin Yapılacak Düzenlemeler Hakkında Yetki Yasası**” çıkarılmıştır. “**Yetki Yasası**” ile “**Doğal Afet bölgelerinde, afetten kaynaklanan hukuki ihtilafların çözümüne dair işlemlerin hızlandırılması**” ile ilgili olarak **Bakanlar Kuruluna** kanun hükmünde kararname çıkartma yetkisi verilmiştir. Bu yetkiye istinaden çok sayıda mevzuat değişikliğine gidilmiştir. Bunlar, “**Yeni Yapı Denetim Sistemi**”, “**Yapı Denetiminde Zorunlu Mali Sorumluluk Yasası**”, “**Orta Hasarlı Binalarda Proje Müşavirlik (PM) Sistemi**”, “**Dünya Bankası İle Yapılan İkraz Anlaşması ve MEER Projesi**” ve yeni örgütsel yapılanmalardır.

## DİĞER ÜLKELERDEKİ SİSTEMLER

Bu bölümde, sık sık afet olayına maruz kalan ve bu nedenle diğer ülkelere göre afet yönetimi konusunda deneyim sahibi olan ülkelerdeki Afet Yönetim Sistemleri hakkında kısa bilgiler verilmektedir.

### Japonya

Japonya’da doğal afetler konusundaki örgütlenme ve koordinasyon mekanizmasından sorumlu makam **National Land Agency (NLA)** içindeki “**Disaster Prevention Bureau**” Afetleri Önleme Bürosudur. Bu büro, Japonya’da meydana gelebilecek her türlü afetle ilgili olarak önleyici veya etkileri azaltıcı politikaların belirlenmesi, planlanması ve “**Doğal Afetlere Karşı Önlemler Temel Yasası**” ile geniş çaplı deprem felaketlerine karşı “**Önlemler Yasası**”nın uygulanmasından sorumludur. Bu büronun yapılanması, “Genel Yönetim Dairesi”, “Afetleri Önleme Koordinasyon Dairesi”, “Yeniden İnşa ve İyileştirme Dairesi”, “Deprem Felaketine Karşı Tedbirler Dairesi” ve “Afetlere Karşı Tedbirleri Uygulama Dairesi” şeklindedir.

Japonya’da doğal afetlerle ilgili organizasyon ve eşgüdüm konuları 1961 tarihli “**Afetlere Karşı Önlemler Temel Kanunu**” ile düzenlenmiş bulunmaktadır. Söz konusu kanun, meydana gelen afetler ışığında gözden geçirilerek değiştirilmek suretiyle 1997 yılında son şeklini almıştır. Bu konuda kapsamlı ve etkin bir yönetim oluşturulmasını öngören söz konusu kanun uyarınca, Japonya’da biri daimi, diğeri ise afet durumlarında olmak üzere iki ayrı örgütlenmeye gidilmiştir.

Daimi örgütlenme, ulusal, eyaletler ve belediyeler olmak üzere üç ayrı düzeyde yapılmaktadır. Ulusal düzeydeki örgütlenmede Başbakana bağlı olarak, tüm Bakanlar ile Japonya Merkez Bankası, Devlet Radyo Televizyon Kurumu (NHK), Devlet Telefon ve Haberleşme Kurumu (NTT) ve Kızılhaç Başkanlarından oluşan “**Merkezi Afetleri Önleme Konseyi**” oluşturulmuştur. Bu konseyin temel görevi “**Afetleri Önleme Temel Planı**”nı oluşturmak ve uygulanmasını sağlamaktır. Temel Plan, herhangi bir doğal afet durumunda ilk dakikadan itibaren hangi kurumun ne yapacağını, kurumlar arası koordinasyonun nasıl sağlanacağını ve afetlere karşı önceden afet sırasında ve sonrasında alınacak önlemler ile yapılacak işleri belirleyen dokümandır.

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Benzeri düzenleme, Eyalet Valiliği ve Belediyeler düzeyinde de yapılmaktadır. Eyalet Valisi ve Belediye Başkanlarına bağlı olarak oluşturulan “**Vilayet ve Belediye Afetleri Önleme Konseyleri**”, eyalet ve şehir belediyesi çapında ilgili tüm kuruluşların afetlerle ilgili ön hazırlık, eğitim, afet anında ve sonrasında faaliyetlerini belirleyen yerel uygulama planlarını hazırlamakta ve uygulanmasını sağlamaktadır. Japonya’da halkın doğal afetler konusunda eğitim işi belediyelere verilmiştir. Her şehir belediyesi o şehrin uğraması olasılığı bulunan doğal afeti (deprem, sel, toprak kayması, tayfun v.s.) dikkate alarak halka eğitici broşürler hazırlayarak, dağıtmakta, ilkyardım kursları düzenlemekte, her semt için gönüllülerden oluşan yardım ekipleri kurma ve ayrıca her yıl 1 Eylül’de ilgili tüm kuruluşların (Polis, İtfaiye, Kurtarma ve Tıbbi Yardım Ekibi, Elektrik, Gaz, Haberleşme şirketleri, Kızılhaç v.b.) katılımıyla, tüm şehir halkının ve gönüllü yardım ekiplerinin katılımına açık afet tatbikatları düzenlemektedir.

Genel afet önleme çalışmaları içerisinde 29 kamu kuruluşuna ek olarak, Japon Kızılhaçı ve Telekom Şirketi gibi afete müdahil 37 özel kuruluş daha vardır. Merkezi hükümetin taşra teşkilatı ve yerel kamu idareleri yanında ayrıca, afet önleme programlarının hazırlık ve yürütülmesi ile ilgili yerel örgütlenmeler de bulunmaktadır.

NLA, normal dönemlerde sürekli olarak köylere kadar her bir bölgenin ve yerleşim yerinin haritalarını, yerleşim planlarını, binaların yapısını ve konumunu, her bir evde yaşayan insanlar hakkındaki ayrıntılı bilgileri bilgisayara işlemekte ve bir bilgi bankası oluşturmaktadır. Dolayısıyla, bir afet anında o bölgede afetten etkilenen bina ve tesisler ile ilgili her bir binada yaşayan insanlar hakkındaki ayrıntılı bilgileri derhal arama, kurtarma ve yardım ekiplerine iletebilmektedir.

Japonya’da ayrıca, afet önleme alanında faaliyet gösteren bir “**Ulusal Araştırma Enstitüsü**” de (**National Research Institute For Earth Science and Disaster Prevention**) bulunmaktadır.

### **Amerika Birleşik Devletleri**

ABD’de 1979 yılında, kısa adı **FEMA (Federal Emergency Management Administration)** olan Federal Acil Durum Yönetimi İdaresi kurulmuştur. FEMA, ABD Federal Hükümeti’nden bağımsız, doğrudan Devlet Başkanlığı’na bağlı 2500 personele sahip son derece etkin bir kuruluştur. FEMA Başkanı, ABD Başkanı tarafından atanmakta ve bu atama ABD Senatosu tarafından onaylanmaktadır. FEMA Başkanı, ABD Başkanı adına 28 Federal Ajans ve Bakanlığın, Amerikan Kızılhaç örgütü ve gönüllü kuruluşlarının felaket yardım faaliyetlerini koordine etmekle görevlidir.

FEMA’ nın misyonu, 1979 yılından beri oldukça açık olarak belirlenmiş olup, “zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmeği içeren kapsamlı ve risk-temelli bir acil yönetim programı yoluyla can ve mal kayıplarını en aza indirme ve tüm ülkenin altyapısını her türlü tehlike ve afetten korumak” şeklindedir.

FEMA’ nın faaliyet alanı oldukça geniştir. Başlıca faaliyet alanları: Yapı standartlarını oluşturmak ve su baskınına uğrayan bölgelerin iyileştirilmesi konularında danışmanlık hizmeti vermek, halka afetle nasıl başa çıkabileceklerini öğretmek, yerel yönetimler ve

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

merkezin acil durum hazırlığına yardım etmek, afete federal düzeyde müdahaleyi koordine etmek, devlet, topluluklar, iş çevreleri ve kişilere afet yardımları yaptırmak, acil durum yöneticilerini eğitmek, ulusal itfaiye servisini desteklemek, ulusal su baskını sigorta programını idare etmektir. Eyaletlerin itfaiye hizmetlerini destekleyen **Ulusal İtfaiye İdaresi** ile mal sahiplerini sele karşı sigortalayan **Federal Sigorta İdaresi** de FEMA bünyesinde dir.

Üç aşamalı bir müdahale yapısı olan FEMA için en önemli aşama, olası bir afetin zararını en aza indirmeye yönelik, afet öncesi çalışmadır. Bu çalışma, hem “**afete dayanıklı yerleşim ve sanayi alanları kurulmasını**” hem de “**afet halinde etkin, hızlı bir kurtarma ve kalkınma için hazırlık yapılmasını**” sağlamaktır. Afet sırasında ve sonrasındaki etkinliklerin başarısı da büyük ölçüde bu iki aşamada yapılanlara bağlıdır.

Hayat kurtarma ve enkaz kaldırma çalışmaları öncelikle, belediyelerin bünyesindeki “**Kentsel Arama Kurtarma ekipleri**” ve Eyalet Valilikleri’ne bağlı “**Ulusal Muhafız Gücü**” tarafından yürütülür. ABD’de afete yönelik etkili ve sosyal yönü güçlü olan bir yardım yapısı mevcuttur. Afet yardım programları, “**kişilere**” ve “**kamuya**” yapılan yardımlar olmak üzere iki kategoridedir. Esas itibarıyla, afetzedeler ve kamu kuruluşlarının gelecekteki afet risklerinden kaçınması teşvik edilir. Örneğin, sürekli su baskınına uğrayan evlerin boşaltılması ve yeni yerleşim alanlarına yerleştirilmesi, yapıların depreme ve fırtınalara dayanıklı yaptırılması, yerel ve federal devlet tarafından yeterli standartların kabulü ve uygulamaya konulması sağlanır. FEMA aynı zamanda, hasarlı yapıların onarımı için de kaynak sağlar.

## Fransa

Fransa’da afet yönetimi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. İller, bölgeler, yerel yönetimler ve merkezi hükümet değişen ağırlıklarda konuyla ilişkilidir. Bunların dışında, afetler ve arama-kurtarma konularında uzman kuruluşlar da bu örgütlenme şemasının içine dahil edilebilir. Ülke çapında ise, İçişleri Bakanlığı tüm afet yönetimi örgütlenmesinin başında yer alır. Bakanlık konuya ilişkin tüm kuralların ve kanunların hazırlanmasında etkin rol alır. **1975** yılında kurulmuş olan “**Sivil Güvenlik Genel Müdürlüğü**” (**La Direction de la Sécurité Civile**), **1991** yılında yeniden şekillendirilerek “**Merkezi Güvenlik Genel Müdürlüğü**” (**la Direction d’Administration Centrale**) adını almıştır. Bu Genel Müdürlüğün üç ana görevi: Her tür doğal riskin önlenmesi için diğer kamu kurum ve kuruluşlarıyla ortak çalışması sağlamak ve onları harekete geçirmek, can ve mal güvenliği için gerekli olan arama ve kurtarma çalışmalarını başlatmak ve koordine etmek, itfaiye hizmetleriyle ilgili olan mevzuatın gözden geçirilmesini, yenilenmesini ve düzeltilmesini sağlamaktır.

İllerde ve ilçe-kasaba benzeri küçük belediyelerde (fr. Commune) itfaiye ve arama-kurtarma örgütlerinin yapısı ülkemizden bir hayli değişiktir. Bu kurumların sadece idari ve eğitim kadroları daimi kadrolu devlet memuru olarak çalışırken, geri kalanları gönüllülük esasına dayanan sözleşmeli personelden oluşur. Bu durumda, Fransız Afet Yönetim sistemi içinde gönüllülerin sayısı neredeyse resmi görevlilerden daha fazla olmaktadır. Bu kurumların tam bir uzmanlığı varsa da idari özerklikleri yoktur.

Fransa’nın idari örgütlenmesi içinde önemli bir yeri olan bölgeler şimdiye kadar afet yönetimi konusunda önemli bir görev üstlenmemişler ve dahası, kendilerine atfedilen görevleri de

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

yerine getirememişlerdir. Ancak, **22 Temmuz 1987** tarihinde yürürlüğe giren bir kanunla, ülke değişik risk bölgelerine ayrılmış ve “**Bölgesel Acil Durum Müdahale Planları**”nın (ORSEC- Organisation des Secours) hazırlanması için bölge yetkililerine maddi kaynak ve yetki verilmiştir.

Fransız devletinin afet yönetimi konusunda harekete geçirebileceği diğer kurumlar olarak da, sivil savunma birlikleri, havacılık kuruluşları, lojistik destek merkezleri, Savunma Bakanlığına bağlı olan görevliler, ordu, gönüllü itfaiyeciler, HIZIR Acil benzeri ilkyardım kuruluşları, Kızılhaç, Telsiz Amatörleri Federasyonu, Dağ ve Mağara Kurtarma Dernekleri, Sivil Savunma Derneği, Katolik Yardım kuruluşları, Deniz Kurtarma dernekleri, Fransız Dağcılık Kulübü v.s. sayılabilir. Bunların dışında, İçişleri Bakanlığı bünyesindeki bir alt birim, tüm yerel kurumlarla sivil toplum kuruluşlarının ilişkilerini kolaylaştırmakla görevlendirilmiştir.

Günümüzde Fransa’daki afet yönetim organizasyonunda yaklaşık 1500 görevli çalışmaktadır. Yöneticilerin bir çoğu “**Ulusal Sivil Güvenlik Okulu**”nda eğitim almıştır. Ayrıca, **Sivil Güvenlik Kolejleri ve Afet Yönetim Merkezleri** de halk eğitiminde katkıda bulunmaktadır.

## **Kanada**

Kanada’da meydana gelebilecek tüm doğal afetlere karşı hazırlıklı olunmasını sağlamakla Milli Savunma Bakanlığı bünyesi içinde bulunan “**Emergency Preparedness Canada (EPC)**” adlı bir federal hükümet kuruluşu görevlendirilmiştir. Söz konusu kuruluştan federal düzeyde sorumlu olan Bakan, Milli Savunma Bakanı’dır. EPC, Milli Savunma Bakanlığı bünyesinde işlevini sürdürmekte ve hem federal ve eyalet hükümetleri, hem de çeşitli Bakanlıklar arasında koordinasyonu sağlamaktır.

**1988** yılında yürürlüğe giren ve “**Savaş Önlemleri Yasası**”nın yerine konan **Olağanüstü Durumlar Yasası (The Emergency Preparedness Act)** herhangi bir doğal afet karşısında gerekli sivil savunma planlarının uygulanışının koordine edilmesi ve desteklenmesi, federal ve eyalet hükümetleri arasında işbirliğinin sağlanması, halkın sivil savunma konusunda bilinçlendirilmesi ve sivil savunma personeline eğitim programları verilmesi konularını düzenlemektedir.

“**Sivil Savunma Yasası**”, Federal Bakanlıklar arasında kendi yetki alanlarına giren konularda görev dağılımının çerçevesini de çizmektedir. Dolayısıyla, sivil savunmadan sorumlu tek bakanlık Milli Savunma Bakanlığı olmayıp, bu konuda tüm Bakanlıkların da kendi sorumlulukları bulunmaktadır. Kanada Sivil Savunma Yasası, Federal Hükümete aynı zamanda afetten etkilenen eyalet ve bölgelere mali yardım dağıtma yetkisi de vermektedir. Söz konusu mali yardım, “**Afet Mali Yardım Düzenlemeleri**” (**Disaster Financial Assistance Arrangements-DFAA**) yoluyla mümkün olmaktadır. Söz konusu mali yardım, afetten kaynaklanan maliyet, eyalet veya bölgenin ekonomisine aşırı yük getirdiği takdirde sağlanmaktadır. Yapılacak mali yardımın düzeyi eyaletin büyüklüğüne ve nüfusuna göre belirlenmektedir.

Acil durumlar için oluşturulmuş olan federal politika, hükümet içerisinde sivil savunma planlarının çerçevesini çizmektedir. Bu konulardaki federal politika zaman zaman gözden

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

geçirilip, Bakanlar Kurulu tarafından onaylanır. Söz konusu politika, acil durum planlaması ve karşılık verilmesi konusunda Federal Bakanlıklar ve kuruluşlar arasında ve onlarla eyalet makamları arasında yakın işbirliğinin gereğini vurgular. Milli Savunma Bakanlığı bünyesindeki EPC, bu koordinasyonun temel direğini oluşturmaktadır.

Kanada’da sivil savunmanın temel ilkeleri şöyledir: Her birey acil durumda ne yapılacağını bilinmesinden sorumludur. Durumun bireylerin yeteneğini aşması halinde hükümetin çeşitli kademeleri aşamalı olarak devreye girer ve sorumluluk üstlenir. Esasen acil durumların % 90’ı belediyeler ve yerel düzeyde ele alınmaktadır. Sorunun içeriği ve ağırlığına bağlı olarak belediyeler yardım için eyalet hükümetlerine başvurabilirler. Gerektiği durumda, eyalet hükümetleri eyalette bulunan sivil savunma koordinatörlüğü aracılığıyla federal hükümetten yardım ister. Esas olarak ilk müdahalenin yerel makamlarca yapılması, bu yeterli olmazsa eyalet ve bölge makamlarının ve nihayet federal hükümetin müdahalede bulunması öngörülmektedir. Herhangi bir doğal afet durumunda, konusuna göre federal bakanlıklardan biri öncü olarak tayin edilir. EPC de, “**Ulusal Destek Merkezi**”ni harekete geçirmek suretiyle acil önlemlerin örgütlenmesiyle ilgili federal bakanlık ve kuruluşlar ile ve eyalet hükümetleriyle yakın işbirliği içinde hareket eder ve danışmanlıklarda bulunur.

## SONUÇ: NASIL BİR AFET YÖNETİMİ OLMALIDIR?

Yukarıdaki bölümde anlatılan, “**Afet Yönetimi**”ni model olarak kabul edilen ülkelerin sistemleri incelendiğinde, belli özelliklerin ön plana çıktığını görmekteyiz. İlk olarak, **afet yönetiminin disiplinler arası bir alan olma özelliği** dikkate alınmaktadır. Gerek doğal, gerekse teknolojik afetler konusunda fen bilimlerinin, mühendisliğin, sosyal bilimlerin, çevre biliminin perspektifinden bakılarak, toplanan bilgiler analiz edilmekte ve bir araya getirilerek özetlenmektedir.

Bu ülkelerin afet yönetim sistemlerinin diğer bir ortak noktası da, **afet yönetiminde kurulan sistemin, felaketin hem öncesinde, hem esnasında, hem de sonrasında etkin bir şekilde işlemesidir**. Geçmiş afet yönetim sistemlerinde tehlikelerden dolayı kayıpların azaltılmasını amaçlayan bir yönetim stratejisi uygulanmaktaydı. Şimdiki yaklaşımda ise, **afetlere uyum stratejisinin yerini dört aşamadan (hazırlık, risk azaltma, müdahale ve iyileştirme) oluşan bir süreç** almıştır. Dolayısıyla, afet yönetiminin yerleşmiş olduğu ülkelerde bu süreç bir **döngü** şeklinde ele alınmaktadır.

Bu ülkelerde **afet yönetimi içinde yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve gönüllülerin bizdekinin aksine çok önemli yerleri olduğu** görülmektedir. Nitekim, ABD ve Japonya gibi kalkınmış ülkelerde bile görülmüştür ki, zararları en aza indirecek önlemlerin alınmasında merkezi yönetim tek başına yeterli olamamaktadır. Yerel yönetimler, özel sektör kuruluşları, gönüllü kuruluşlar, bilimsel ve teknik kuruluşlar ve medya, hatta yurttaşlar önemli roller üstlenmektedirler.

Bundan başka, incelenen ülkelerin **afet yönetim sisteminde, sistemin oluşturulması ve desteklenmesi sorumluluğu tek bir kuruluşa** bırakılmıştır. Bu kuruluş ise bütün ulusal kaynakları ve ilgilileri yönetebilecek güçte ve hiyerarşide yapılmış bir kuruluştur. Bizdeki

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

yapıda ise, afet konusu bir çok kurumun yetki alanına girdiğinden ve koordinasyon, planlama ve uygulama açısından parçalı yapıdan kaynaklanan sorunlar yaşanmaktadır.

Temel fonksiyonları aynı olmakla birlikte, diğer ülkelerde iki farklı uygulama karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birincisi, Başbakanlığa bağlı, planlama ağırlıklı olarak çalışan, dar kadrolu ancak bütçesi ve yaptırım gücü olan Ulusal Afet İdaresi Başkanlığı ile yerel birimler bünyesinde teşkilatlanmış sivil savunma, itfaiye, askeri birlikler ve gönüllülerden oluşan ilk yardım ve kurtarma birimleridir. Diğeri ise, arama ve kurtarma faaliyetlerini de içine alan Bakanlık seviyesinde teşkilatlanmış yaygın ve etkin bir kuruluştur. Örneğin, Fransa ve İngiltere’de yaşam hakkının da içinde olduğu hak ve özgürlükleri koruma görevi İçişleri Bakanlığına ait olduğundan, halkın güvenliğini sağlamak da bu Bakanlığın sorumluluğundadır. **Bizde ise bu konuda bir organizasyon karmaşası var olmakla beraber, etkili bir ulusal strateji dahi üretecek bir kurum bulunmamaktadır.**

Afet yönetimi gelişmiş ülkelerde bir **Bütünleşik Acil Durum Yönetim Yapısı** mevcuttur. **Bütünleşik Acil Durum Yönetimi**, esnek yapıda ve kamu, özel, gönüllü kuruluşlar arasında ileri düzey bir koordinasyon planlaması ile gerçekleşmektedir. Acil durum görevlerinin uygulanmasından sorumlu her işlev ve düzey için ortak yönetim sistemleri vardır. Bütünleşik Acil Durum Yönetim Sistemi afetin boyutuyla orantılı olarak olay düzeyinde, yerel düzeyde, bölgesel-ulusal düzeyde veya uluslar arası düzeyde gerçekleşebilmektedir. Bu ülkelere özgü bir diğer ortak özellik de, **kilit işlevleri ve sorumlulukları tarif eden bir Ulusal Acil Durum Planlarının olmasıdır.**

Ülkemizde de, afet yönetim anlayışının yukarıda açıklanan modellere uygun olarak etkin bir şekilde yerine getirilmesi her şeyden önce bu konuda ulusal bir politikanın varlığına bağlıdır. Bu yüzden maalesef, **“Afet Yönetimi”ni bir disiplin olarak görecektir bir kültürün yeşermediği ülkemizde ne yazık ki modern bir afet yönetim anlayışından bahsetmek de olanaksızdır.** Oysa tarihinden beri afetlerle iç içe olan bir toplum ve devletten beklenen, işlevsel bir afet yönetim anlayışını oluşturmasıdır. Osmanlı İmparatorluğundan bu yana, yönetimlerin afetlere bakışı daima olayın oluşundan sonra zarar giderilmesi, tazmini ya da yeniden inşası şeklinde bir uygulamayı kapsamış ve afet öncesi safhalara yeterli önem verilmemiştir.

**Afete ilişkin ulusal mevzuatımız ve yaşanan afetler sonrası yapılan uygulamalar incelendiğinde, modern afet yönetim modelinin ülkemiz için hala oluşturulamadığı sonucuna varılmaktadır.** Afet planlamasından, hazırlık çalışmalarına, acil yardımdan yeniden inşaya kadar bütün safhalarda çok büyük eksiklikler bulunmaktadır. Başta depremler olmak üzere yaşanan afetlerin tümünde **“afet sonrası”** odaklı afet yönetim anlayışını görmekteyiz. Oysa, **afet sonrası oluşan bilançonun büyüklüğünün temel nedeni, afet yönetim anlayışındaki afet öncesi hazırlığın ihmal edilmesi olduğu** aşikardır.

Ülkemiz maalesef, koşullar gerektirmesine rağmen, modern bir afet yönetimim kurma şansını yeterince değerlendirememiştir. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu’nun 42. Oturumunda alınan karar doğrultusunda 1900-2000 yılları arası **“Doğal Afet Zararlarını Azaltma On Yılı”** olarak kabul edilmiştir. Bu çerçevede, ülkemizde afetten sorumlu ulusal kuruluş olarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı kabul edilerek, onun öncülüğünde bir Milli Komite oluşturulmuştur. Oluşturulan Milli Komite’nin altında ise bütün afet konularıyla ilgili

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

uzmanlardan oluşan çalışma grupları yer almıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında Türkiye'nin afet yönetim sisteminin iyileştirilmesine yönelik bir ulusal program hazırlanmış ve Resmi Gazete'de yayınlanmıştır (20 Mart 1997 tarih ve 22939 sayılı Resmi Gazete). Buna göre, iyileştirilmiş bir afet yönetim sisteminin gerekleri olarak aşağıdaki maddeler vurgulanmıştır:

- Doğal ya da teknolojik afet zararlarını azaltma, ulusal ve yerel düzeyde kalıcı kalkınma planlama etkinliklerinin tamamlayıcı bir parçası olmak zorundadır.
- Ülke çapındaki kurumsal afet hazırlığının yapısı güçlendirilmelidir.
- Önemli kentsel ya da endüstriyel merkezler için teknolojik afetlerle ilgili senaryoları içeren bölgesel afetlere karşı hazırlıklı olma planlarının hazırlanmasına yönelik bir pilot proje başlatılmalıdır.
- Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, süratle devreye girmeğe hazır olan, iyi eğitilmiş ve donatılmış yeterli sayıda birime sahip olması için güçlendirilmelidir.
- İl kurtarma ve yardım ekipleri sürekli bir eğitime tabi tutulmalı ve kendi bölgeleri dışındaki komşu bir ile gönderildiğinde de sorumluluk almaları sağlanmalıdır. Bu ekiplerin, aynı zamanda, bina enkazları altında mahsur kalmış olan insanların kurtarılması için gerekli gelişmiş teknolojik ekipmana sahip olmaları ve müdahale edecekleri doğal afet türü hakkında gerekli bilgiyle donatılmış olmaları gerekmektedir.
- Risk altında bulunan toplumların afet yönetim sistemine katılımları sağlanmalıdır. Etkili toplumsal katılım sağlanmadan verimli bir afet yönetim sisteminin yaratılamayacağı gerçeğinden hareketle sosyal birimlerdeki araştırmalara ve çalışmalara destek sağlanmalıdır.
- Doğal afetlerin neden olduğu mali kayıplar, sigorta mekanizması ve benzeri oluşumlarla geniş bir tabana dağıtılmalıdır.
- D.İ.B.'nin "Olağanüstü Hal Yönetim Merkezi" afet ilişkili veri tabanı sistemleri ve bilgisayar şebekesi destekli bir düzene geçebilmesi için mutlaka kurumsal düzenlemeler yapılmalıdır.
- Türkiye'de bir "Afet Yönetimi Eğitimi Merkezi"nin tesisi ile, ülke bürokrasisi bünyesindeki karar mercisinde bulunan personel ve yöneticiler daimi bir afet yönetim eğitimine tabi tutulmalıdır.

Afet yönetiminin modernize edilmesine yönelik oldukça kapsamlı hazırlanan bu projeye yeterince önem verilmediğinden, yeterli adım atılamamış ve böylesine önemli bir tren ne yazık ki kaçırılmıştır. Bu noktada akla şu soru takılıyor: **Bu çalışmalara gereken önem verilse ve programda yer alan hususlar zamanında yapılabilseydi, 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinin faturası bu kadar acı olur muydu?**

Bunun için acilen, hükümetler tarafından, afet etkilerinin azaltılması, ön hazırlık, önlem, sorumluluk, iyileştirme, yeniden inşa etme ve geliştirmeği içeren afet yönetim stratejisi benimsenmeli, afet sonrası üstlenilen zararları minimize etmek için afet öncesi çalışmalara ağırlık verilmelidir. Bu yönde alınması gerekli önlemler kalkınma hedeflerine ve bu doğrultuda sismik programlarına girmeli, bu doğrultuda sismik emniyet politikaları ve sismik iyileştirme programları oluşturulmalıdır. Bu tür hedeflerin gerçekçi bir tabana oturabilmesi için, ülke planları bölge planlarına oturtulmalı ve bölgeden ülke planlamaya veri akışı sağlanmalıdır. Bölge özeline göre hasarın artmasının temelinde yatan sosyal-ekonomik-

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



teknik-yönetmel her türlü sorun ve nedenler irdelenerek çözümlenmeli, bu doğrultuda ülke planlamasına girdiler sağlanarak, politika ve stratejilerin belirlenmesine imkan tanınmalıdır.

“Kalkınma planlarında, sismik emniyet politikası ve iyileştirme programlarının oluşturulabilmesi için aşağıdaki sorunların bölge ölçeğinde yanıtlanması gerekmektedir” (Şengezer ve Kansu, 1999):

- Bölgenin karşı karşıya olduğu potansiyel doğal tehlikeler nelerdir?
- Yerleşmelerin karşı karşıya olduğu tehlikeler nelerdir?
- Kabul edilebilir risk nedir?
- Hangi risk alanlarına öncelik verilmelidir?
- Bu risklerin azaltılabilmesinde maliyeti en etkin yol nedir?
- Bu strateji veya stratejiler, diğer politik hedeflere uygun mudur?

Kalkınma planlarında da,

- Teşvik edilecek yapı sistemleri ve bunun hangi koşullarda teşvik edilebileceği,
- Yerleşme politikaları, hangi büyüklükte kentlerin gelişmesinin teşvik edileceği,
- Arazi kullanım politikası ile ilgili yasal çerçevenin oluşturulması, (tehlikeli ve tehlikesiz alanların tanımlanması için yapılması gerekli çalışmalar, bunların kriterleri, bu bağlamda getirilen sınırlamalar)
- Yapı teknolojilerinin gelişiminin sağlanması, yapı teknolojisi ile ilgili sanayiin mekandaki dağılımlarının yönlendirilmesi,
- Halkın bilinçlendirilmesi için uygulanacak eğitim politikaları ve örgütlenmeler,
- Mesleki örgütlenmelerin ve denetim sistemlerinin geliştirilmesine ilişkin kararlar,
- Sismik emniyet politikaları ve iyileştirme programları,

yer almalıdır (Şengezer ve Kansu,1999).

Sonuç olarak, afet öncesi, anı ve sonrasında yapılması gereken çalışmaları kapsayan bir süreç olarak tanımlanan afet yönetiminin en uzun ve etkinlik kapsamında en stratejik kısmı, afet öncesi çalışmalardır ki, bu çalışmaların kaynağı üst düzey planlar ile başlayan ve yerel ölçekteki planlarla uygulama bulan “**Planlama Sistemi**”nin doğru çalıştırılması ve yerleşmelerin yer seçiminin sağlıklı bir biçimde yapılmasıdır. Bu nedenle, mevcut durumun “**Üst Düzey Planlar ve Yerel Planlar**” açısından irdelenmesi ve makro planlarla uyumlu, ileriye yönelik bir bölge gelişme stratejisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu strateji, özellikle gelişme potansiyeli yüksek olan kentsel alanlarda, bölgesel planlama ve metropoliten ölçeği kapsayan hiyerarşik bir sistem içinde ele alınmalıdır.

Unutulmamalıdır ki,

İyi bir Afet Yönetimi tesis edemeyen toplumlar  
Afet zararlarını aza indirmede başarılı olamazlar!

**KAYNAKLAR**

Akdağ, S.E., Mali Yapı ve Denetim Boyutlarıyla Afet Yönetimi, Sayıştay Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi: 20, 101 s., Ankara, 2002

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, Türk Afet Yönetiminin Geliştirilmesine Yönelik Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 20 Mart 1997 tarih ve 22939 sayılı Resmi Gazete.

DPT Müsteşarlığı, Doğal Afetler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, Ocak 2000.

Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K. ve Temiz, A., “Afet Yönetimi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü”, Kocaeli Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, Kocaeli.

Şengezer, B. ve Kansu, H., Afet Zararlarını Azaltmak Amacına Yönelik Olarak İmar Mevzuatının İncelenmesi ve Kurumsal Yapının Düzeltilmesine İlişkin Bir Model Önerisi, YTÜ Basım Yayın Merkezi, ss.2-10, 1999, İstanbul.

TMMOB Jeoloji Müh. Odası, “Afetler ve Ulusal Afet Yönetim Sistemi Üzerine Genel Değerlendirme”, 19 Eylül 2005.  
<http://www.jmo.org.tr/>

Uluğ, A. (ed.), Doğal Afetler ve İzmir, İzmir YG-21 Doğal Afet Kaynaklı Bütünleşik Kriz Yönetimi Çalışma Grubu yayını, ISBN: 978-975-18-0100-5, 26 Aralık 2007, İzmir.  
1580 sayılı Belediye Kanunu (2002), Resmi Gazete yayın tarihi: 14 Nisan 1930.  
<http://www.hukukrehberi.net/>

3194 sayılı İmar Yasası (2003), Resmi Gazete yayın tarihi: 09 Mayıs 1985.  
<http://www.yargitay.gov.tr>

7269 sayılı Umumi Hayat Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ile Yapılacak Yardımlara Dair Yasa (2002), Resmi Gazete yayın tarihi: 25 Mayıs 1959.  
<http://www.yargitay.gov.tr>

## DOĞALGAZ VE ALTYAPI

S. Sibel BÖREKÇİOĞLU  
İnşaat Mühendisi  
sibel.borekcioglu@izmirgaz.com.tr

### GİRİŞ

İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki ilçeler ile Tire'deki imar planları tamamlanmış yerlerde bu günden itibaren, yaklaşık 2,5 yıl içinde, bütün doğalgaz yatırımının tamamlanmış olması gerekmektedir. Kentin altyapısı ve özel yol düzenlemeleri yapılmış yerlerinin çoğunlukta olması ve bozulan herhangi bir şeyin eski haline gelmesindeki zorluklar, zorunlu olarak kentin yöneticilerini, yaşayanlarını ve doğalgaz şirketini etkilemektedir. Bu konu, doğalgazın Temmuz 2006 da İzmir'de konutlarda kullanımının başlaması ve şehrin 1.280km lik alt yapısına yerleşmiş olması nedeniyle bundan sonra yapılacak alt yapı çalışmalarındaki öneminin vurgulanması ve doğalgazın binalarda kullanımı ile ilgili kısa bilgiler verilerek doğalgazın şehirdeki hayata etkisini bilgilerinize sunmak amaçlı seçilmiştir. Sunum hazırlanırken, şehrin 2,5 yıldır gündeminde olması ve henüz doğalgazın az bilinir olması nedeniyle, genel bir bilgilendirme yapılarak, kente etkisi, kullanım sırasında karşılaşılabilecek tehlikelere alınacak önlemlerin yanı sıra bireysel kullanıcılara yönelik açıklamalara yer verilmiştir.

### DOĞALGAZ NEDİR

Doğalgaz; %95 metan, az miktarda da etan, propan atom, bütan ve karbondioksitten oluşan renksiz, kokusuz, zehirsiz ve havadan hafif bir gazdır. Karışımın içinde %95 oranında bulunan metan gazının özelliği, kimyasal yapısı en basit ve karbon içeriği en düşük olan hidrokarbon gazı olmasıdır. Karbondioksit gazı emisyonu, katı yakıtlara göre 1/3 ve sıvı yakıtlara göre 1/2 oranındadır.

Doğalgaz kokusuz olduğundan kaçakların fark edilebilmesi için özel olarak kokulandırılır. Bu amaçla THT (tetra hidro teofen) ve / veya TBM (tersiyer bütül merkaptan) kullanılır.

Metan molekülü 1 karbon 4 hidrojen atomundan oluşur. Kimyasal yapısının basit olması nedeniyle yanma işlemi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Dolayısıyla, duman, is, kurum ve kül oluşturmaz, temiz bir yakıttır. Yanması en kolay ayarlanabilen ve yanma verimliliği en yüksek olan yakıttır. Bu özelliği kullanım kolaylığı ve ekonomisi sağlar.

Taşınması, işlenmesi ve stoklanması kolay olan doğalgazın kullanımı 1790'da İngiltere de başladı. Boru hattı taşımacılığıyla birlikte özellikle 2. Dünya savaşından sonra kullanım artmaya başladı. Enerji üretim sektöründe ilk kez kullanılması Amerika' da oldu. Günümüzde dünyadaki enerji ihtiyacının %24 ü, doğalgazla karşılanmaktadır.

Dünya doğalgaz rezervinin, yaklaşık 80 yıllık ihtiyacı karşılayacağı tahmin edilmektedir. Yeni kaynakların tespiti çalışmaları devam etmektedir. Bilinen doğalgaz rezervleri petrol rezervlerine eş değerdedir.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Türkiye’ de doğalgaz, 1970 yılında Kırklareli bölgesinde tespit edilerek, 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikası’nda kullanılmaya başlanmıştır.1975 yılında Mardin Çamurlu sahasında bulunan doğalgaz, 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikası üretim tesislerinde kullanılmıştır.

## DOĞAL GAZ ALIM ANLAŞMALARI

Türkiye içinde ve dışında doğal gaz boru hatlarını inşa ederek, boru hatlarında nakledilecek doğal gazın satın alınması, BOTAŞ tarafından yapılmıştır. Yapılan uluslar arası anlaşmalarla Türkiye’ye doğalgaz temini ve yurtdışına satışı sağlanmaktadır.

Tablo 2. Doğalgaz Alım Anlaşmaları

Yapılan Anlaşmalar(Ülke)	Miktar (Milyar m <sup>3</sup> /yıl)	Sözleşme Tarihi	Süre (Yıl)
<u>Rus.Fed. (Batı)</u>	6	Şubat 1986	25
<u>Cezayir (LNG)</u>	4	Nisan 1988	20
<u>Nijerya (LNG)</u>	1.2	Kasım 1995	22
<u>İran</u>	10	Ağustos 1996	25
<u>Rus. Fed. (Karadeniz)</u>	16	Aralık 1997	25
<u>Rus. Fed. (Batı)</u>	8	Şubat 1998	23
<u>Türkmenistan</u>	16	Mayıs 1999	30
<u>Azerbaycan</u>	6.6	Mart 2001	15

Rusya Federasyonu-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı, ülkemize Bulgaristan sınırındaki Malkoçlar' dan girmekte ve Hamitabat, Ambarlı, İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir güzergahını takip ederek Ankara'ya ulaşmaktadır. 842 km. uzunluğundaki bu boru hattı boyunca, Kırklareli, Pendik, Eskişehir, Ambarlı ve Bursa'da kompresör istasyonları, Malkoçlar' da ana ölçüm istasyonu ve pig tesisi bulunmaktadır. Ana kontrol merkezi ise Ankara-Yaprıcık' tadır. Ekim 1986 tarihinde inşasına başlanan hat ile taşınan doğal gaz, Haziran 1987 tarihinde ilk durağı olan Hamitabat Trakya Kombine Çevrim Santrali'ne ve Ağustos 1988'de Ankara'ya ulaşmıştır. Doğal gaz, Ekim 1988'de de Ankara'da konut ve ticaret sektörlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi sektöründe doğalgaz kullanımını ise, Ağustos 1989'da başlamıştır.

Doğal gaz, Ankara'dan sonra, İstanbul'da Ocak 1992'de, Bursa'da Aralık 1992'de, İzmit'te Eylül 1996'da, Eskişehir'de ise Ekim 1996'da konut ve ticaret sektörlerinde kullanıma sunulmuştur.

Doğal gaz ilave alımlarının tüketim noktalarına kadar istenilen basınçta ve miktarda taşınabilmesi için ihtiyaç duyulan yatırımların büyük bir bölümü tamamlanmıştır. Bu kapsamda, Bulgaristan sınırında bulunan Malkoçlar Ölçüm İstasyonu'nun kapasitesi 8 Milyar

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

m<sup>3</sup>/yıl'dan 14 Milyar m<sup>3</sup>/yıla yükseltilmiştir. Ayrıca, Kırklareli kompresör istasyonundaki mevcut 4 kompresör ünitesinin güçleri arttırılmıştır.

## SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞAL GAZ (LNG) İTHAL TERMİNALİ

Türkiye'de diğer bazı doğalgaz ithal eden ülkeler gibi doğalgaz arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, arz güvenliğinin ve arz esnekliğinin arttırılması için hem baz yük tesisi olarak çalıştırmak hem de ihtiyaç duyulduğunda pik düşürücü olarak devreye sokulmak üzere Marmara Ereğlisi'nde LNG İthal Terminali yapılmıştır. 1994 yılında işletmeye alınan terminalin sürekli enjeksiyon kapasitesi 685.000 m<sup>3</sup>/saattir.

Aliağa'da özel sektöre ait bir LNG terminali bulunmaktadır.

BOTAŞ'ın yurtdışı anlaşmalarıyla temin ettiği ve ülkemize boru hatlarıyla taşınarak, 5 ayrı yerden giriş yapan doğalgaz hattı birbirine bağlı olarak ve Ankara'dan idare edilmektedir. Tüm boru hattı bilgisayar sistemi ile kontrol edilmekte ve işletilmektedir.

1.4 milyar m<sup>3</sup> depolama ve günlük 40 milyon m<sup>3</sup> çekme kapasitesine sahip olacak Tuz Gölü yeraltı deposu için Mühendislik çalışmalarına başlanmış, her biri 350 milyon m<sup>3</sup> olan 4 Mağara kademeli olarak devreye alınarak, bu projenin en geç 2010 yılında tamamlanması planlanmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi, 1987 yılında tek kaynakla beslenerek faaliyete başlayan ulusal iletim şebekesi, bugün 7 kaynakla beslenebilir duruma gelmiş ve Tuz Gölü yeraltı depolarının da devreye alınması ile birlikte, toplam 8 kaynaktan beslenebilir olacaktır.

Bu durum; ülkemizdeki doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması yönünde planlı, ciddi ve kararlı bir çalışmanın yapıldığını ve her yeni yılda arz güvenliğinin artacağını göstermektedir.

Arz günlük olarak hesaplandığında;  
Rus Batı: 42 milyon m<sup>3</sup>/gün  
Rus Mavi Akım: 40 milyon m<sup>3</sup>/gün  
Azeri: 14,4 milyon m<sup>3</sup>/gün  
LNG M. Ereğli: 22 milyon m<sup>3</sup>/gün  
LNG Aliağa: 15 milyon m<sup>3</sup>/gün  
TPAO Silivri: 15 milyon m<sup>3</sup>/gün  
İran: 30,4 milyon m<sup>3</sup>/gün  
Arz Toplamı: 178,8m<sup>3</sup>/gün

Talep Toplamı: 125/145 milyon m<sup>3</sup>/gün

Bugün 57 şehrimizde altyapı çalışmaları başlamış, 40'dan fazla şehrimizde doğalgaz kullanılmaktadır.

Sanayi ve konut olarak Türkiye'nin % 80'inde doğalgaz kullanılabilir durumdadır.

## DOĞALGAZ KULLANIMININ AVANTAJLARI

Doğalgazı tercih etmenin birçok sebebi vardır bunlar;

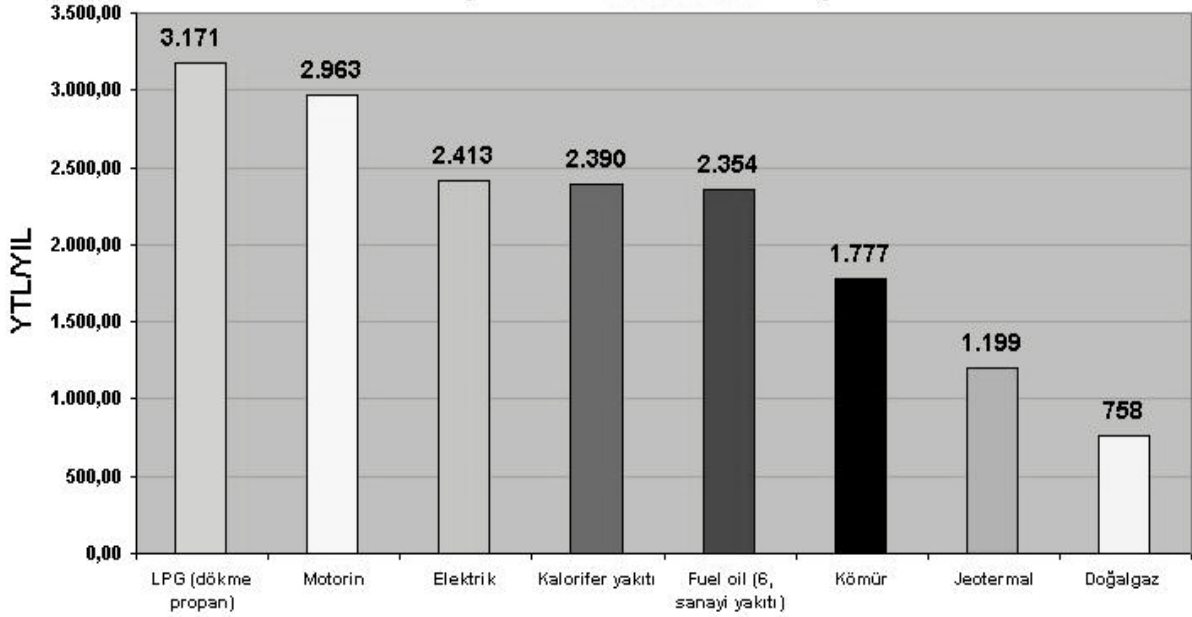
- Doğalgaz çevre dostudur. Havayı kirletmeyen, doğaya zarar vermeyen enerji kaynağıdır. Yandığı zaman çevreye, kül, yanmamış hidrokarbonlar, kükürt oksitleri gibi atık maddeler bırakmamaktadır. Zararlı karbon monoksit ve azot oksit emisyonları diğer yakıt türlerine göre daha düşüktür.

- Doğalgaz her an kullanıma hazırdır.

- Doğalgaz ekonomiktir. Yanma verimi diğer yakıtlara göre daha çok ve yakıt kaybı diğer yakıtlara oranla daha azdır.

Tablo 3. Yıllık Toplam Enerji Gideri

### YILLIK TOPLAM ENERJİ GİDERİ (100 m<sup>2</sup> KONUT ve 4 KİŞİLİK AİLE İÇİN) İZMİR Enerji Tüketimi: 6831000 kcal/yıl



- Doğalgaz havadan hafiftir. Yeterli havalandırma düzeneği varsa, gaz kaçaqları havalandırma bacalarından kolaylıkla dışarı çıkar.
- Doğalgaz kuru bir gaz olduğu için içinde su buharı bulunmaz.
- Doğalgaz zehirsizdir. Solunduğunda, zehirlenme ve öldürme etkisine sahip değildir. Yalnız, ortama yayılırsa diğer yakıtlarda olduğu gibi, içerisindeki CO nedeniyle zehirlenme yapabilir. Doğalgaz cihazları, banyo, yatak odası gibi kapalı mekanlara taktırılmamalıdır. Cihazlar hava alabilen mutfak, kapalı balkon gibi bölümlere yerleştirilmelidir.

- Doğalgaz temizdir. Kurum, is gibi atık ürünler ortaya çıkmadığı için ev ve cihazlar temiz kalmaktadır.
- Doğalgaz kullanmak için, önceden sipariş verilmesi gerektirmez.
- Doğalgaz, depolama yeri gerektirmez. Depo gerektirmediğinden alan kaybı olmamaktadır.
- Doğalgazda kombi, doğalgaz sobası gibi sistemler için, her daire ayrı gaz kullandığı için ne kadar gaz tüketildiği kolaylıkla belirlenir. Gaz, kullanıldıktan sonra ödemesi, faturalandırma ile yapıldığından, önceden ödeme gerektirmez.
- Doğalgazlı sistemlerde sıcaklık değeri ayarlanabilmekte ve yanma olayı kontrol edilebildiği için yakıt kaybı az olmaktadır. Ayrıca istenildiğinde, (yazın kalorifer tamamen kapatılıp) ocak ve/veya banyoda kullanılabilir.
- Doğalgaz hava ile çok iyi karıştığından yanma verimi yüksektir.
- Doğalgazın konut veya işyerlerindeki kullanımı sırasında olabilecek kaçak veya sızıntıların çok kısa sürede fark edilmesi için doğalgaz koku verici maddeler konularak kokulandırılır.
- Doğalgazda ön yakıt masrafı yoktur, alev boyu fuel oil ve kömüre göre daha kısadır.
- Diğer yakıtların kullanıldığı cihazlar yanma ürünü olarak kükürt içerdiğinden baca gazlarının suyun yoğunlaşma noktasına kadar soğutulması ve böylece suyun gizli ısısından faydalanılması imkanı yokken, doğalgazda ekonomizer ilave edilerek baca sıcaklığı 56 °C dereceye kadar indirilebilir.
- Doğalgazda yanma için gereken hava miktarı en azdır. Bu oran kömürde % 20-30 fuel oil de % 10-20 doğalgazda ise % 5- 15 dir.
- Doğalgazın temiz olması ve içerisinde kükürt bulunmamasından dolayı sanayi sektöründe doğrudan kullanılabilir. Aynı zamanda sanayi sektöründe sistem verimini artırarak ürün kalitesinin yükselmesini sağlar. Bu nedenle, sürekli aynı ısı gerektiren, seramik gibi sanayi sektörü tercih etmektedir.
- Ham petrole alternatif bir yakıt olarak dış enerji çeşitliliği açısından stratejik bir avantaj sağlar.
- -Tesis çok az bakım ve denetleme gerektirir.
- -Doğalgaz çok amaçlı kullanıma sahiptir. Bir tek kombi ile özellikle konutlardaki, ısınma, sıcak su ve pişirme amacıyla kullanılabilir.
- -Doğalgaz sessiz ve gözden uzak yer altı boru şebekesiyle 365 gün / 24 saat kesintisiz ve emniyetli bir şekilde, dağıtılmaktadır.
- -Soğutma sistemlerinde (absorbsiyonlu soğutma) kullanılabilir.

### **Dezavantajları**

Ülkemizde doğalgaz yok denecek kadar az olduğundan, tümüyle dışa bağımlı bir sektör meydana getirmektedir.

Kapalı hacimlerde %5-15 oranında hava ile karışım oluşturduğunda küçük bir kıvılcımla patlayabilen ve büyük hasar oluşturabilen bir yakıttır.

Doğalgaz kullanımında güvenlik, kalite, bilinç ve organizasyon çok önemlidir. Standart dışı ve dikkatsiz kullanımı büyük tehlikeler doğurabileceğinden denetimin dikkatli ve özenle yapılması gerekir.



## ŞEHİRİÇİ DOĞALGAZ HATTI YAPIM VE İŞLETİLMESİ İHALELERİ

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK ) tarafından yapılan ihalelerle şehir içi dağıtım hattı yapımları karşılığında, şehrin doğalgaz işletmeciliği özel firmalara yaptırılmaktadır. Büyükşehir Belediyesi kurulan dağıtım şirketinin %10 oranında ortağıdır ve yönetim kurulunda üyesi vardır.

### İZMİR'DE DOĞALGAZ

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunun 04.06.2004 tarih ve 326 sayılı kararı uyarınca, 23.07.2004 tarih ve 25531 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu ile sınırları yeniden belirlenen İzmir ili ve Tire ilçesinden oluşan doğalgaz dağıtım bölgesi için “İzmir Doğalgaz Dağıtım İhalesi “kapalı zarf usulü 27.01.2005 tarihinde yapılmış olup ihale neticesinde, İZMİRGAZ A.Ş. (İzmirgaz Şehiriçi Doğalgaz Dağıtım Ticaret ve Taahhüt A.Ş.) 30 yıllık süre için doğalgaz dağıtım lisansı almıştır.

### İZMİRGAZ DOĞALGAZ DAĞITIM HATTI DÖŞENME ESASLARI:

İZMİR için Aliağa, Torbalı, Pınarbaşı, Esbaş, Tire, Çiğli Atatürk OSB, Kemalpaşa’ya 75-35 Barguage basınçla BOTAŞ tarafından getirilen doğalgaz şehrin bu giriş noktalarına İZMİRGAZ tarafından yapılan A Tipi Basınç Düşürme istasyonlarında 19 Barg a düşürülerek, çelik hatlarla girmektedir.

- **16 adet** yüksek basınçlı
- RMS-A istasyonu bulunmaktadır.



Şekil 1. Rms - A İstasyonu

Şu ana kadar şehrin içine 60 adet yerleştirilmiş B Tipi basınç düşürme ve ölçüm istasyonları ile 4 bar alçak basınçlı dağıtım hattı basıncına düşürülerek, PE hatlar aracılığıyla ring yapılmak suretiyle konutlara dağıtılmaktadır. Konutlarda ise giriş kapısı önündeki servis kutularının içine konulan regülâtörlerle; merkezi sistem kazanlara doğalgaz bağlanacaksa, basınç 300milibara düşürülmektedir. Bireysel tip kombiler için bina içindeki borulardaki basınç 21milibara düşürülmektedir.



Şekil 2. Bölge Regülâtörü

### 2 yılda 9 ilçeye gaz götürülmüştür

- 2005 Aralık ayında ilk kazmanın vurulduğu tarihten bugüne kadar yapılan altyapı çalışmaları ile toplam; **110 bin** metre çelik hat, **812 bin** metre polietilen ana hat ve **358 bin 400** metre de servis hattı döşenmiştir.
- 2 yıl gibi kısa bir sürede; Karşıyaka, Çiğli, Bornova, Konak, Buca, Gaziemir, Aliğa, Kemalpaşa ve Torbalı ilçelerinde doğalgazı vatandaşların hizmetine sunulmuştur. Bu bölgelerde yaşayan İzmirli doğalgazın konforundan, temizliğinden ve ekonomik getirisinden faydalanmaya başlamıştır.
- Altyapı çalışmalarına başlanan 2005 Aralık ayından günümüze kadar proje kapsamında yaklaşık **34 bin** adet servis kutusun imalatı tamamlanarak, gaz arzı sağlanmıştır.
- Aynı şekilde proje olarak planlanan **641** sektörün tamamının imalatı tamamlanarak gaz akışı sağlanmıştır.

**92 adet** müşteri istasyonu (sanayi tesisleri için) RMS-B istasyonun imalatı tamamlanmıştır.

- Söz konusu altyapı çalışmaları süresince **33 adet** yeni sanayi tesisine gaz arzı sağlanmıştır. BOTAS'tan devralınarak işletmesini yapılan tesislerle beraber bu sayı **76'ya** ulaşmıştır

İhale kapsamındaki, bütün İZMİR Doğalgaz dağıtım hattı projelendirilmiş ve onaylanmıştır.

Çelik hatlar ek yerleri radyografik tahribatsız kaynak muayenesi ile kontrol edilmekte, hidrostatik test, kurutma ve katodik korumaları yapılmaktadır. PE hatlarda da mukavemet ve sızdırmazlık testleri yapılmaktadır. Boru hatları üzerine ikaz bantları konulmaktadır. Bütün bu testlerin tamamlanmasını takiben hatların üzerleri kapatılabilmektedir.

İzmir Doğalgaz Dağıtım Projesi kapsamında hazırlanan, Dizayn Kriterleri, Çelik Hatlar, PE Hatları, A Tipi İstasyonlar, Bölge Regülatörleri, Servis Hatları, Katodik Koruma, Elektrik, İnşaat, Otomasyon, Scada, Kokulandırma, Pig İstasyonları sistemlerine ait tüm temel detay ve projeleri ve mühendislik hesapları ile tüm Teknik Şartnameler, Planlar, Prosedürler, Alt Yapı Bilgi Sistemi, Mühendislik Yaklaşım Dosyası, normal çalışma koşulları için ve tüm arıza senaryoları için hesap çıktıları, tatbikat projeleri, detay projeleri, haritalar, as-built projeler, dizayn çalışmaları ve bunlara ait tüm ek çizimlerin, detayların, EPDK Yapım ve Hizmet Sertifika Yönetmeliği, EPDK ilgili mevzuatı, BOTAŞ A.Ş. TSE ve ULUSLAR ARASI KABUL GÖRMÜŞ STANDARTLARA ve Mühendislik ilkelerine göre kontrol edilmesi ve yukarıda sayılan standartlara uygun projelerin EPDK adına bir kontrol firması tarafından kontrol ve onaylanması yapılmaktadır.

Lisans tarihinden itibaren, Balçova, Buca, Bornova, Çiğli, Gaziemir, Güzelbahçe, Konak, Karşıyaka, Narlıdere, Aliağa, Kemalpaşa ve Torbalı ilçelerinden her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere 6 ay içinde yatırıma fiili olarak başlanması, Balçova, Buca, Bornova, Çiğli, Gaziemir, Güzelbahçe, Konak, Karşıyaka, Narlıdere, Aliağa, Kemalpaşa, Menemen, Torbalı, Menderes ilçeleri ile Tire ilçesinde 18 ay içinde bir yerleşim alanının dağıtım şebekesini işletmeye almak suretiyle gaz sunumuna başlanması ve dağıtım bölgesi içinde 5 yıl içinde imarlı alanlar bütününde doğalgaz kullanmak isteyen herkesin dağıtım şebekesine bağlanması gerekmektedir.

Bunun karşılığında şirket 30 yıl süresince sistemin işletmesini almıştır. Lisans yürürlük tarihinden itibaren 8 yıl süreyle şirket 0,012 cent/kWh'lık birim hizmet ve amortisman bedeli alacaktır. Abonenin ödeyeceği doğalgaz bedeli İzmir için; BOTAŞ' ın belirlediği satış fiyatı+ ÖTV+0,012cent'dir.

Abone bağlantı bedeli (200m<sup>2</sup>ye kadar ) bağımsız bölüm başına 180ABD Doları(+KDV)dır. İlave her 100 m<sup>2</sup> için 150ABD Doları ilave olarak alınır. Güvence (depozito) bedeli, abonelik sözleşme işlemleri sırasında alınır. Bu bedeller EPDK tarafından belirlenmektedir.

Döşeme işlemleri sırasında bütün hatlar, vana yerleri, çelik hatlar kaynak yerleri memleket koordinat sistemine entegre şekilde elektronik ortamda kayıt edilmektedir. Altyapı çalışmaları sırasında kurumlar gelecekte yapılacak ve tamamlanmış yerler ile ilgili bilgileri alabilmektedirler.

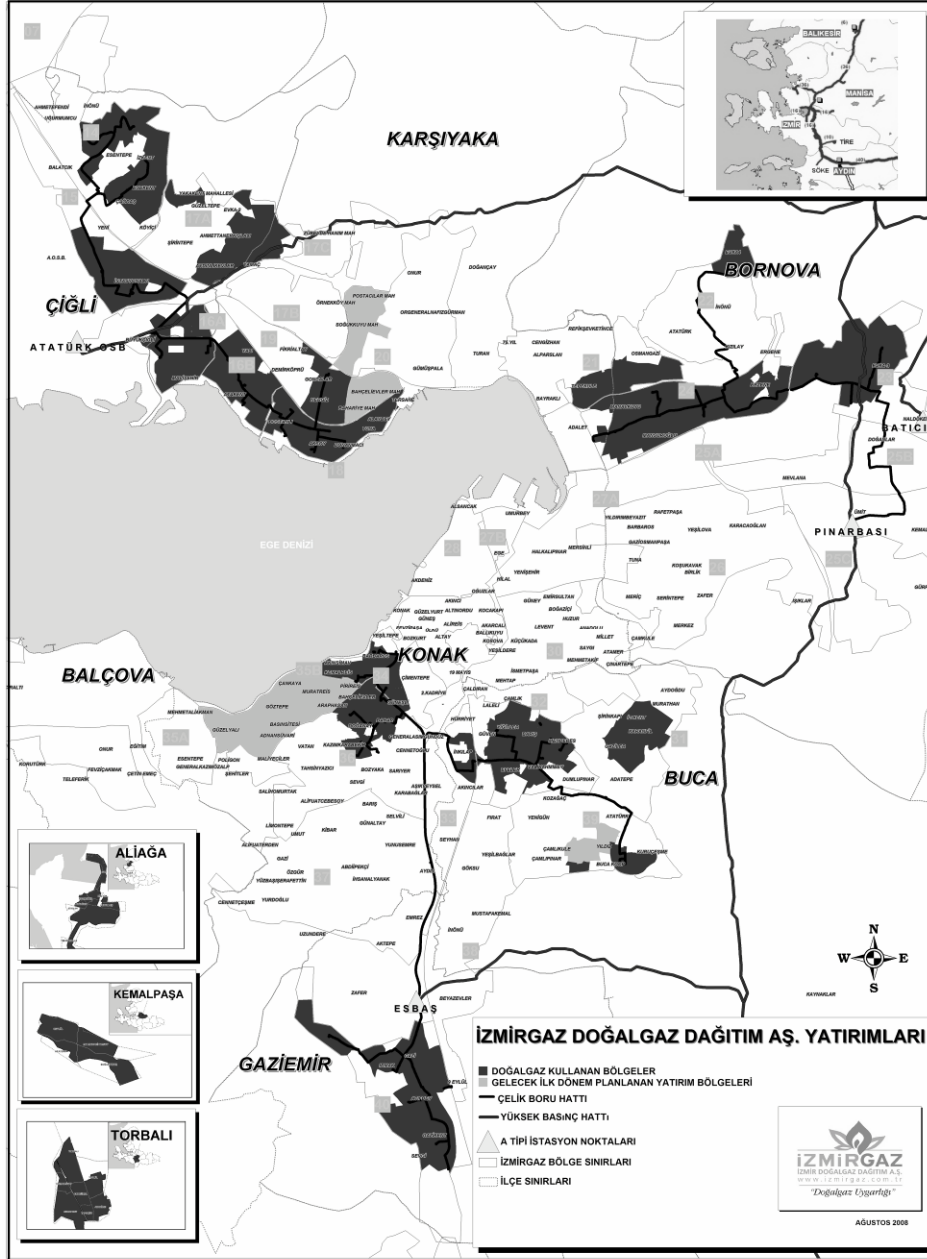
Doğalgaz şebekesi yakınında yapılacak alt yapı çalışmaları sırasında gözlemci bulundurulmaktadır.

Şehir yeraltı dağıtım sistemi üzerinde çeşitli yerlerde gaz stoplar bulunmaktadır. Kontrolsüz bir kazı vb. sırasında hattın kopması ile basınç düşmesi yaşanacağından otomatik olarak gazı kesmektedir.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Tablo 4. İzmir’ de Doğalgaz Altyapı Çalışması Tamamlanmış Yerler



Her bina girişinde servis kutusundan sonra bir ana emniyet vanası bulunmaktadır. Bu vana manüel olarak kapatılabilmektedir. Bu vanadan sonra 5,5 şiddetinde bir deprem (titreşim) olması halinde kapanan bir deprem vanası konulmaktadır.

Kolon hattının olduğu apartman boşluğunun çatısında havalandırma menfezi yanında bir gaz ikaz alarm cihazı konulması da zorunludur.

Ayrıca daire girişindeki bireysel müşteri sayacından önce bir vana daha bulunmaktadır. Bir gaz kaçağı hissedildiğinde ev terk edilirken kapatılması uygun olacaktır. Ayrıca, isteğe bağlı

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

olarak sayaç çıkışına elektrikle çalışan ve daire içindeki gaz duyarlı bir selenoid vana da konulabilmektedir. Bu vana, gaz kaçağı anında, gazı otomatik olarak kesmektedir.

## **DOĞALGAZ KAÇAKLARI AFET, DEPREM SIRASINDA YAPILACAK ÇALIŞMALAR**

### **İZMİRGAZ İŞLETMESİ GÖREVLERİ**

İzmirgaz bünyesinde bir gaz alarmı DOĞALGAZ ACİL TEL: 187 ye bildirilmesinden itibaren maksimum 15 dakika içinde bildirilen yere ulaşacak ve müdahale edebilecek şekilde donanım, eleman, araç, ekipman ve eğitime sahip her ilçede ayrıca konumlandırılan telsiz, telefon haberleşmesine sahip ve araç içinde gerekli ekipmanları olan doğal gazın dağıtılması ve kullanılmasında; doğal gaz şebekesinde (St-PE), PTT men-hollerinde, kanalizasyon, konutlarda, bölge regülâtörlerinde, vana odaları ve vana guruplarında vb. yerlerde, gaz sızıntısı sonucu meydana gelebilecek; patlama, yangınlar, doğal afetler ve yoğun gaz kaçakları ile iletim şebekesinde gaz basıncının düşmesi ve aniden kesilmesi ile olabilecek, depremden sonra izlenecek yöntemlerin belirlenmesi ve gerekli acil önlemler için ACİL MÜDAHALE EKİPLERİ oluşturulmuştur.

Normal zamanlarda da kendi bölgelerinde dolaşmakta olan bu ekipler, adres veya abone bilgileri 187 telefonla alınan yerin bilgileri kendilerine derhal ulaştırılmaktadır. Ayrıca 187 'ye gelen tüm telefonlar gelme zamanı dahil kayıt altına alınmaktadır.

Doğal gazın şehir içinde dağıtılmasından veya kombi, kat kaloriferi vb. cihazlarda kullanılmasından kaynaklanan doğal gaz kaçaklarından dolayı acil durum doğabilmektedir.

### **HERHANGİ BİR DOĞAL GAZ SIZINTISINDAN MEYDANA GELEN; YANGIN VE PATLAMA DURUMUNDA**

Büyükşehir Belediyesi İtfaiyesi ile birlikte rutin eğitimler ve tatbikatlar da yapılmaktadır.

Gaz kaçağı, Yangın ya da Patlama durumlarına göre öncelikle olay kontrol altına alınmakta, çevre güvenliği ile müdahale yapılmakta ve şebekedeki arıza onarılmaktadır.

İhbarı alan İZMİRGAZ ekipleri, olay yerine mümkün olan en kısa sürede ulaşacak ve aşağıdaki önlemleri alacaktır:

1. Bina RS giriş-çıkış vanasını kapatacaktır.
2. Binadaki/konuttaki insanların binayı/konutu terk etmeleri için uyarıda (megafonla) bulunacaktır.
3. Mevcut yangın tüpleri ile yangının büyüklüğüne bağlı olarak, itfaiye gelinceye kadar müdahale edecektir. İhtiyaç duyulması durumunda Ambulans' ın bölgeye gelmesini sağlayacaktır.

4. Yangın mahallinde doğal gaz güvenliği ile ilgili çalışmaların sağlıklı olabilmesi, can ve mal güvenliğinin temini ve binaya/konuta girişi yasaklanması için, megafonla gerekli uyarıları yapacak ve girişi kapatacaktır. Gerektiğinde İl Emniyet Müdürlüğünden, 187 Acil Müdahale Merkezi vasıtasıyla yardım isteyecektir.
  5. İtfaiye yangını söndürdüktan sonra, binada / konutta doğal gaz ölçümü yapılacaktır.
  6. Eğer yapılacak ölçümde doğal gaz kaçağı varsa ve bina/konut havalandırılmasına rağmen %20 L.E.L. ve daha fazla ise, bu kaçağın Türk Telekom men-hollerinden, kanalizasyondan veya şebekeden binaya sızma ihtimaline karşılık, men-hole, tüm baca ve kanalizasyon kapakları açılarak çevre havalandırılacak, kısa aralıklarla ölçümlere devam edilecektir. İzmirgaz-Acil Bakım-Onarım Ekiplerince onarım yapılacaktır.
  7. Bu durumda binaya/konuta insanların girişini engellenecek ve binadaki/konuttaki insanların boşaltılması sağlanacaktır. Güvenlikle ilgili önlemler devamlı kontrol altında tutulacaktır.
  8. Acil Bakım-Onarım Ekibi' nin çalışması sırasında yolun trafiğe kapatılması gerekiyorsa, İl Emniyet Müdürlüğü' nden yardım istenecektir.
  9. Doğal gaz kaçaqları giderildikten sonra ölçüm yapılacak, herhangi bir kaçak yoksa konuta/binaya girilebilecektir.
- Konuta/Binaya Girildikten Sonra;
10. Konutu/binayı havalandıracaktır.
  11. Hasarları tespit edecektir.
  12. Gerekli güvenlik önlemlerini alacaktır.

## **GAZ KAÇAĞI OLDUĞU DURUMLARDA (BİREYLER TARAFINDAN) YAPILMASI GEREKENLER**

Doğalgaz kokusuzdur. Doğalgaz konutlara verilmeden önce çürük sarımsak kokusu ile kokulandırılmaktadır. Evinizde ağır bir gaz kokusu duyarsanız;

1. Bütün doğalgaz cihazlarını ve vanalarını kapatınız.
2. Kapı ve pencereleri açarak, havalandırmayı sağlayınız.
3. Ana vanayı kapatınız.
4. Elektrik düğmelerine dokunmayın, Elektrikli aletleri açmayınız, açıksa kapatmayınız. Fişten çekmeyiniz.
5. Sigara içmeyiniz. Çakmak, kibrit ve ateş yakmayınız.
6. Gaz kaçağı olan yerde, telefon açmayınız. Komşunuzdan veya en yakın bir yerden (bina dışından) doğalgaz acil hattını(tel:187) arayınız.
7. Kapı zilini kullanmayınız ve kullandırmayınız.
8. Kıvılcım çıkabileceği için telefonunuzu kullanmayınız.
9. Gaz kokusu olan bölgeyi derhal boşaltınız.
10. Koku bodrumdan geliyorsa bodruma girmeyiniz.
11. Arızayı fark etmiş olsanız da kendiniz gidermeye çalışmayınız.

### Apartman Boşluğunda Gaz Kokusu Duyarsanız Ne Yapmalısınız

1. Ortamı havalandırmak için binaya giriş kapısı ile aydınlığa açılan tüm pencereleri açınız.
2. Bina girişindeki ana doğalgaz giriş vanasını kapatınız.
3. Sigara içmeyiniz. Çakmak, kibrit ve ateş yakmayınız.
4. Elektrikli cihazları çalıştırmayınız. Çalışır durumda olanları kapatmayınız.
5. Elektrik düğmeleri ve kapı zillerini kullanmayınız.
6. Asansör vb. cihazları çalıştırmayınız.
7. Gaz kaçağının olduğu binada telefonları kullanmayınız.
8. Doğalgaz acil hattını(187)hemen arayınız.
9. Apartman yöneticisine haber veriniz.

### Binaların Dışında Gaz Kokusu Duyarsanız Ne Yapmalısınız

1. Binaların dışında gaz kokusu algıladığınızda Doğalgaz acil (187) nolu telefona ihbar yapınız.
2. Bu mekanda ki insanları uyarınız.
3. Aşırı bir gaz kaçağı varsa o bölgenin elektriğini kestiriniz.
4. Bölgenin kordon altına alınmasını ve trafiğin durdurularak güvenlik önlemi alınmasını sağlayınız.

### İhbar Verilirken Dikkat Edilecek Hususlar

Adınız, soyadınız ve telefon numaranız  
Gaz kokusu alınan bölgenin adresi ve tarifi  
Gaz kokusunun yoğunluğu

### Gaz Kullanım Güvenliğinde Dikkat Edilecek Hususlar

- a) a-Gaz yakan cihazlar bozuk olmamalıdır. Gaz kaçağı yapmamalıdır.
- b) b-Gaz tesisatı kaçak yapmayacak şekilde döşenmiş olmalıdır.
- c) c-Konutlarda elektrik tesisatı mutlaka topraklı olmalıdır.

## **DEPREM NEDENİ İLE İZMİRGAZ' A AİT DOĞALGAZ ALT YAPI TESİSLERİNDE VE BİNALARDA HASAR MEYDANA GELMESİ DURUMUNDA İZLENECEK YÖNTEM VE ALINACAK ÖNLEMLER**

Depremi neden olduğu hasar durumu dikkate alınarak, önceden hazırlanmış sektör planlarına göre RM/A tipi istasyonların ve bölge regülatörlerinin giriş-çıkış vanalarını ve hat vanaları, Bina giriş ve sayaç vanalarını kapatılır, Alt yapı kaçak tarama ekibi; dağıtım şebekesinde (çelik ve PE Hatlar) kaçak taranmasını yapılır.

Doğal gaz basıncı RM/A tipi istasyonlar ve bölge regülatör istasyonlarının giriş-çıkış basınçları izlenir.

Doğal gaz basıncının düşürülmesine, bölgesel kesilmesine veya tamamen kesilmesine karar verilir

Doğal gazın, İletim Şirketi tarafından deprem nedeniyle meydana gelen hasardan dolayı tamamen kesilmesi veya azalması durumunda; görsel basın aracılığı ve İZMİRGAZ araçları ile duyuru yapılarak, bina/konut giriş vanalarının aboneler veya bina görevlilerince kapatılmaları sağlanır.

Doğal gaz kaçağı binada, sokakta bulunan ana hat veya tali hatlar üzerinde veya kaçağın büyüklüğü ve yerine göre gerekli görülmesi durumunda sektör besleme vanası kapatılır. Borunun cinsine ve çalışma basıncına göre doğal gaz kesme yöntemleri uygulanır.

Doğal gaz kaçağının olduğu yerde, her an bir patlayıcı karışım meydana gelebilir. Yanma Kaynaklarının Uzaklaştırılması ve Gerekli Yerlere İkaz Levhalarının Yerleştirilmesi işlemleri gerçekleştirilir.

Tehlikeli bölgede park etmiş bulunan tüm taşıtlar ve araçlar kesinlikle motorları çalıştırılmamalı, o bölgeden iterek uzaklaştırılmalıdır.

Hasar durumuna göre; Elektrik Dağıtım Şirketiyle haberleşerek, doğal gaz alt yapısı ile ilgili gerekli emniyet tedbirleri alınıncaya kadar, o bölgenin elektriğinin kesilmesi sağlanır.

Yangın çıkan binaların/konutların, yangınlarının söndürülmesi ve doğal gazlarının kesilmesi için itfaiye ile koordineli olarak çalışma yapılır.

Hasar durumuna göre bölgesel olarak patlama, yangın vb. hasar durumunda, bölgenin boşaltılması için Büyükşehir Belediyesi ve İzmir Valiliği Kriz Yönetim Merkezleri ile iletişim kurarak, bölgenin boşaltılması için gerekli ortak çalışma yapılır.

## **BİNADA / KONUTTA MEYDANA GELEBİLECEK DOĞAL GAZ KAÇAĞI İHBARLARINDA İZLENECEK YÖNTEM VE ALINACAK ÖNLEMLER**

Binada/Konutta, yoğun bir doğal gaz kaçağı ihbarı alındığında Acil Müdahale Merkezi' nde (187 Doğal Gaz Acil Hattı) ihbarı alan Operatör; öncelikle;

1. İhbarı verenin; adını, soyadını, ikamet adresini, telefon numarasını ve kaçağın olduğu yerin açık adresini, ihbar tarih ve saatini, **187 İhbar Kayıt Formuna** kayıt eder.
2. Telefonla; ihbarda bulunan kişiye, öncelikle binanın veya konutun kapı ve pencerelerinin açılarak gazlı ortamın havalandırılmasını,
3. Elektrik düğmeleriyle oynanmaması, açık ise açık, kapalı ise kapalı konumda bırakılmasını,
4. Kibrit, çakmak vb. gibi kıvılcım saçan maddelerin kullanılmamasını belirtir.

ve

5. İhbarın yapıldığı adrese en yakın Acil Müdahale Ekibine, telsiz / telefon ile doğal gaz kaçağının olduğu binanın / konutun adresini bildirecek ve ekibin gaz kaçağı mahalline acilen gitmesini sağlayacaktır.

6. Gaz kaçağının yoğun olması halinde, bir yangın veya patlama ihtimaline karşı, itfaiye' ye haber verecektir.



7. Olay yerine giden ekiple; gerektiğinde telsiz/telefonla haberleşerek, olayın önemine göre Acil Bakım - Onarım Ekibinin olay yerine gitmesini sağlayacaktır.

- Acil Müdahale Ekibinin olay yerinde yapacağı işler:

a) Gaz kaçağı binada /konutta ise;

- Binanın / konutun, gaz kesme vanasını kapatacağıdır.
- Binanın/konutun, kapı ve pencerelerini açarak gazlı ortamı havalandıracağıdır.
- Binada / konutta oturanlara; elektrik düğmeleriyle oynamamalarını, kibrit, çakmak gibi kıvılcım üreten maddeleri kullanmamalarını ve sigara içmemelerini söyleyecektir.
- Bina/konut giriş ve çıkışında gerekli güvenlik önlemlerini alacaktır. Binadaki/konuttaki gaz oranı kısa aralıklarla ölçülecektir. Gerekliyse (ölçülen değer % 20 LEL' in altına düşmüyorsa) binayı/konutu boşaltacak ve binaya/konuta girişi yasaklayacaktır. Gerektiğinde, **İl Emniyet Müdürlüğü'**nden yardım isteyecektir.
- Doğal gaz kaçağının neden kaynaklandığını, doğal gaz kaçaklarını ölçme cihazı ile araştırarak, bulacak ve Acil Bakım-Onarım Ekibi ile birlikte giderecektir.
- Doğal gaz kaçağı giderildikten sonra test yapacak, kaçak yoksa binanın /konutun gazı açılacaktır.
- Doğal gaz kaçağının giderildiğini kayıtlara işleyecektir.
- İşin bittiğini 187Acil Müdahale Merkezine telsiz / telefonla bildirecektir.

b) Doğal gaz kaçağı şebekeden veya kanalizasyondan binaya sızıyorsa,

Yukarıdaki önlemlerle birlikte, çevre binaların/konutların güvenliğini sağlayacaktır.

- Bina/ konut çevresinde bulunan kanalizasyon ve Türk Telekom men-hol kapaklarını açarak havalandırarak ve Acil Bakım-Onarım Ekibi gelinceye kadar, olay yerinde emniyet ve güvenliği sağlayacaktır.
- Boşaltılan bina / konut havalandırıldığı halde, yapılan ölçümde doğal gaz kaçağı % 70 LEL' in altına düşmüyorsa, Acil Müdahale Ekipleri derhal binayı terk edecek; bu durumu hemen Acil Müdahale Merkezine bildirecek, ayrıca; İtfaiye, Emniyet ve Ambulansın bölgeye gelmesini isteyecektir. Ayrıca bölgede trafik akışını durdurulacaktır.
- Doğal gaz kaçağının olduğu binada / konuta komşu olan diğer binalarda/konutlarda da, doğal gaz ölçüm cihazları ile ölçüm yapacaktır. Eğer bu binalarda/konutlarda da doğal gaz kaçağı gözleniyorsa, yukarıdaki önlemler bu binalar/konutlar için de alınacaktır.

c) Olay yerine gelen **Acil Bakım-Onarım Ekibi'** nin yapacağı işler:

- Acil Bakım-Onarım Ekibi; ivedi olarak, Türk Telekom men -hol ve kanalizasyon kapaklarını açarak havalandırılacaktır.
- Çevrede gerekli emniyet ve güvenlik önlemlerini alacaktır.
- Çevrede bulunan insanları bölgeden uzaklaştıracaktır.
- Doğal gaz kaçağının binaya / konuta nereden sızdığını, gaz ölçüm cihazlarıyla tespit ederek ve binaya/konuta girişi önleyerek arızayı onaracaktır.
- Onarım bittikten sonra, doğal gaz kaçağının devam edip etmediğini kontrol edecektir. Herhangi bir doğal gaz kaçağı yoksa Acil Müdahale Ekibi ile birlikte, bina /konut ve çevre binaları/konutları tekrar kontrol edecek, binalarda/konutlarda doğal gaz kaçağı yoksa Acil Müdahale Ekibi tarafından konutların/binaların doğal gazları açılacaktır.

## **KAZAN DAİRELERİ ACİL DURUM UYGULAMASI**

Doğal gaz kaçağının doğal gaz yakma cihazlarının bulunduğu ortamlarda olması durumunda Yukarıda sayılan önlemlerin yanı sıra;

Kazan dairesi ana giriş vanasını kapatacaktır. Gerekliyse mutfaklarda kullanılan doğal gaz besleyen kutudan da, doğal gazı kesecektir.

Kazan dairesinin kapı ve pencerelerini açarak, havalandıracaktır.

Gerekmesi durumunda; Acil Müdahale Merkezinden, yetkili firmanın brülör arıza servis ekiplerinin, olay yerine gelmesini isteyecektir.

Müdahaleye rağmen gaz oranı düşmüyorsa, Emniyet ve Ambulans gelinceye kadar, kazan dairesinin bulunduğu binaya komşu olan diğer binaların/konutların boşaltılması için megafonla çağrı yapacak ve ayrıca bölgede trafik akışını durduracaklardır.

Olay yerine gelen Acil Bakım - Onarım Ekibi binaya/konuta doğal gaz kaçağının nereden sızdığını, doğal gaz ölçüm cihazları ile arayacak, bulacak ve doğal gazın binaya / konuta sızmasını önleyecektir.

Test işlemi tamamlandıktan sonra brülör arıza ekipleri, kazanı işletmeye alacaklardır.

Acil Müdahale Ekibinin olay yerine gittiğinde, kazan dairesinde bir yangınla karşılaşırsa;

a) Bina giriş vanasını kapatacaktır.

b) Acil Müdahale Merkezi aracılığıyla; İtfaiye, İl Emniyet Müdürlüğü, Ambulans, Acil Bakım-Onarım Ekibinin olay yerine gelmeleri sağlanacaktır.

Ve yukarıda sayılan önlemlerle birlikte, Bina/konut ve çevre binaları/konutları uyarıp gerekli önlemleri alacaktır.

ISO, OHSAS kalite ölçüm sistemleri ve şirketin güvenli ve ölçülebilir bir kalite anlayışı ile hizmet verme isteği nedeniyle; her türlü işlem standart formlarına göre kayıt altına alınmaktadır.

## **PATLAYICI ORTAM, PATLAMALARIN ÖNLENMESİ VE PATLAMALARDAN KORUNMA, YANGIN**

Statik elektrik de dahil, tutuşturucu kaynakların bulunma aktif, ve etkili duruma gelme ihtimali, ortamda bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri, patlama riski ve olabilecek patlamanın büyüklüğü değerlendirilmesi gerekmektedir. Statik elektrik oluşumunu önlemek amaçlı çalışanların kişisel koruyucu giysileri ile müdahale etmeleri gerekmektedir. Patlayıcı ortamda güvenle kullanılacak ekipman ve kıvılcım veya alev çıkartan sistemler kullanılamaz.

Bilindiği üzere, yanıcı madde+oksijen+ısı yanmayı oluşturur. Mevcut petrol ürünlerinin tutuşma sıcaklığı 200-650°C arasında değişmektedir. Günlük yaşantımızda kullandığımız

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ateşleyici kaynaklar, yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklığından çok fazladır. Örneğin bir sigaranın ucundaki ateşin sıcaklığı 700 °C, kibrit alevinin sıcaklığı 850 °C, elektrik düğmesini açıp kapamada meydana gelen kıvılcım 900 °C dir.

Doğalgaz için alt patlama sınırı hacimde(hava içindeki oranı) %5 ve üst patlama sınırı %15 dir. Bir yanıcı madde ile temas ettiğinde doğalgaz hava içindeki miktarı %5-15 arasında ise, yanma ve patlama meydana gelir.

Doğalgazın havaya göre yoğunluğu 0,55 dir. Oksijen miktarı %16'nın altına düştüğünde insan vücudunun direnci zayıflar, bilinç kaybı oluşturacak şekilde solunum yetmezli başlar.

1m<sup>3</sup> metan gazının yanması için 10m<sup>3</sup> havaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle doğalgaz ile çalışan kombilerin vb. buldukları yerlerin havalandırma sistemleri eksiksiz olmalıdır.

## **DOĞALGAZIN KULLANIM ALANLARI**

Doğalgaz günümüzde; sanayide elektrik enerjisi elde etme, kazanların ısıtılması, soğutma, buhar elde etmek için kullanılmakta, konutlarda ise bina içi ve su ısıtma ile pişirme amaçlı olarak ocaklarda kullanılmaktadır.

## **KONUTLARDA İÇ TESİSAT UYGULAMALARI GENEL BİLGİLER**

Doğalgazın binalarda iç tesisat uygulamaları İZMİRGAZ tarafından YETKİ BELGESİ verilen İÇ TESİSAT FİRMALARI ile yapılmaktadır. İZMİRGAZ tarafından hazırlanıp EPDK onaylı "DOĞALGAZ İÇ TESİSAT TEKNİK ŞARTNAMESİ" ne uygun olarak doğalgaz uygulama sertifikası sahibi makine mühendisi tarafından hazırlanan projeler yetkili servis aracılığıyla elektronik ortamda İZMİRGAZ' a gönderilmekte ve İZMİRGAZ tarafından onaylanmakta ve bu proje uygun imal edilen tesisat İZMİRGAZ tarafından yapılan testlerden sonra kabul edilmektedir. İçlerinde her bir abonenin sayacını tanımlayan barkod okuyucuya tanımlanmış bilgisayar elemanı bulunan Sayaçların takılma işlemi ile kolon hattı ve daire içindeki tesisat özellikle ek yerleri ve kullanılan malzeme üzerindeki TSE kodları da kontrol edilerek gaz açılmaktadır. Her hangi bir nedenle gazı kapatılan dairenin her gaz açma işleminde bu kontrol tekrarlanmaktadır.

## **DOĞALGAZA GEÇİŞTE BİNALARDA YAPILMASI GEREKENLER**

- Yetkili İç Tesisat Firmalarınca, doğalgaz kullanılacak alanda teknik inceleme yapılır. Sistemin kurulacağı yerde kolon hattının geçeceği mekan, ısı ihtiyacı, cihaz seçimi, havalandırma sisteminin belirlenmesi, baca uygunluğu gibi dönüşümle ilişkin konularda inceleme yapılır.
- Kalorifer Kazanlarında Dönüşüm: Mevcut (kömür - fuel oil) kazanlar incelenerek bu kazanlarda dönüşüm yapılıp yapılamayacağı veya yeni doğalgazlı kazan montajı irdelenir. Isı kapasitesi ve varsa mevcut radyatörlerler incelenir.
- Baca Dönüşümü: Diğer yakıtların kullanıldığı binalarda bacalar geniş olduğundan, doğalgaza geçişte baca kesitlerinin daraltılması gerekmektedir. Bacanın malzemesi de

incelenir. Bacanın eski haliyle kullanılması yoğuşmaya neden olur. Bu durum bacada hasarlara ve kazan borularında çürümeye yol açar. Dolayısıyla yeni izoleli paslanmaz (316) baca inşa edilir.

### **Merkezi Isıtma Amaçlı Kullanım (Kazan)**

Merkezi sistem birden fazla bağımsız bölümün bir kazan dairesinden ısıtılmasıdır. Binada ayrılmış yer olması ve 12 veya daha fazla bağımsız bölüm içeren binalarda ilk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından uygun olmaktadır.

Doğalgaz kullanımında merkezi ısıtma kalorifer kazanı, brülör, otomatik kontrol sistemi, sirkülasyon pompası, emniyet donanımları, vanalar, pompa, doğalgaz sayacı, izolasyon, borulama, baca, tesisat armatürleri, gibi temel unsurlardan oluşmaktadır.

Doğalgaz yakıldığında duman gazları ile birlikte su buharı ortaya çıkmaktadır. Duman gazlarındaki su buharının kazan içinde yoğuşması, yoğuşan su buharının asidik olması nedeniyle, kazanın ömrünü kısaltan en önemli faktördür. Kazanlı ısıtma sistemlerinde kullanılan kazanlarda metalin ömrünün artması için yoğuşma kontrol altına alınmalıdır.

İlk yatırım ve işletme maliyeti düşüktür. Özellikle otomatik kontrol ilavesi ile sistem daha kontrollü hale geldiği için işletme ekonomik olacaktır. Ayrıca ısınma tek noktadan olduğu için daha emniyetlidir.

### **Merkezi ısıtma sisteminin ana elemanları kazan ve brülörlerdir.**

#### **Çelik kazanlar, Döküm kazanlar ve Yoğuşmalı kazanlar bulunmaktadır.**

Çelik esnek bir malzemedir, çatlama riski yoktur. Döküm kazanların ise, ömürleri uzundur, pahalıdır, döküm çatlakları olduğunda dilim değişimi gerekir, dilim ilavesi ile kapasite artırımı mümkündür. Döküm gevrek bir malzeme olduğundan çatlama riski vardır.

Yoğuşmalı kazanlarda, duman gazlarında bulunan su buharının kazan içerisinde yoğuşması kazan ömrünü olumsuz etkilediğinden su buharı duman gazı ile birlikte bacadan atmosfere atılır. Ancak bu su buharı bir enerji taşımaktadır. Yoğuşmalı kazanlar duman gazında bulunan su buharını yoğunlaştırarak ve baca gazı sıcaklığını düşürerek ilave enerji kazanır.

Doğalgazda kullanılan brülörler de şu şekilde sınıflandırılır.

**Üflemeli Brülörler** yanma havası bir fan vasıtasıyla alınır. Üflemeli brülörlü kazanlarda brülör değişimi vasıtasıyla yakıt tipi rahatlıkla değiştirilebilmektedir.

**Atmosferik Brülörler** Yakma sistemi evlerimizde şofbenin aynısıdır, gürültü yok denecek kadar azdır, bu tip brülörler kazan dairesi havalandırmasının iyi olması gerekir, baca bağlantısının rahat olması gerekir

**Alevsiz Brülörler** Seramik fiber yanma kafası dolayısıyla alevsiz yanma teknolojisine sahip bir brülördür.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

**Çift Yakıtlı Brülörler** Hem fuel oil hem de gaz yakabilen brülörler olup, gazın kesilmesi halinde fuel oil ile çalışma imkanı sağlar. Kesintisiz çalışmak zorunda olan endüstriyel tesislerde tercih edilirler.

## **KOMBİ KAT KALORİFERLİ SİSTEM**

Konutlarda ısınma, pişirme, su ısıtma ihtiyacını bireylerin, yaşadıkları mahalde kendi konfor ve istekleri doğrultusunda kullanmalarına olanak sağlar.

Bireysel kullanım sistemleri, ilk yatırım maliyeti merkezi kazanlı sisteme göre daha yüksek ve işletme maliyeti de, cihazların ulaştığı verim değerlerinin düşük olması nedeniyle daha yüksektir.

Ancak, yakıt ücretlerinin kişiye özel olarak ödenmektedir. Isı değeri ayarlanabilmekte, uzun süreli ayrılışlarda bağımsız olarak kapatılabilmektedir.

Her dairenin bağımsız ısıtılması anlamına gelen bireysel kullanıma yönelik ısınma sistemleri; kombiler, kat kaloriferi, sobalı ısıtma sistemleri ve şömineler oluşturmaktadır.

### **Kombi kat Kaloriferlerinin seçim kriterleri ve montaj kuralları**

Doğalgaz yakmak üzere geliştirilmiş olan kombi kat kaloriferlerinin en önemli avantajı, kullanıcıya arzu ettiği konfor koşullarını bağımsız olarak temin edebilme özgürlüğüdür. Ayrıca, ısı aynı konut içerisinde üretilip tüketildiğinden, ısı kayıplarının min düzeyde kalarak kullanımı ekonomik olmasıdır. Kombi kat kaloriferi yatırımının hem tekniğe uygun, hem de ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki belirtilen kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekir.



Şekil 3. Doğalgaz Kombi Cihazı

## KOMBİ CİHAZLARININ SEÇİM KRİTERLERİ

### BACASIZ CİHAZLAR

Bu tip cihazlar, yanma için gerekli havayı, buldukları ortamdaki havadan alıp yanmış gazları yine aynı ortama veren cihazlardır. Bu tip cihazlar, yatak odalarına, banyo ve 12m<sup>3</sup> den küçük hacimlere yerleştirilemezler. Ayrıca yerleştirildikleri yerde hava menfezi bulunma zorunluluğu vardır.

### BACALI CİHAZLAR

Bu tip cihazlar yanma için gerekli olan havayı buldukları ortamdaki havadan alıp, yanmış gazları, bir baca vasıtasıyla dışarı atan cihazlardır. Net hacimleri 8 m<sup>3</sup> den küçük alanlara yerleştirilemezler. Bu cihazlar için en uygun yer mutfaktır. Donmaya karşı tedbir alınırsa balkona da yerleştirilebilirler. Havalandırma menfezi hesapla bulunur.

### FANLI CİHAZLAR

Yarı hermetikte denilen bu cihazlar, yakma havasını ortamdaki havadan alıp, atık gazları bir fan kitiyle, dış ortama verirler.

### DENGE BACALI CİHAZLAR

Hermetik olarak adlandırılırlar. Yanma için gerekli olan havayı dış ortamdaki havadan alıp, atık gazları yine dış ortama veren cihazlardır. Bu cihazlar atmosfere duvarı olan odalara yerleştirilebilir.

Doğalgaz atık gaz boruları sadece müstakil bacalara bağlanabilir. Tek kolon halinde hitap ettiği birimden çatıya kadar yükselen sadece bir birimin kullanımına göre tasarlanmış bacalara bağlanabilirler.

### DOĞALGAZ SOBALI SİSTEMLER

Doğalgaz sobaları öncelikle en çok kullanılan odaya takılıp daha sonra koşullar uygun olduğunda diğer odalara da takılabilmesi açısından ekonomik bir çözüm olarak önerilebilir. Sobaların tipi ısıtılacak odaların konumuna, büyüklüğüne ve baca durumuna göre belirlenmelidir. Kombilerde ki gibi sobalar bacalı ve hermetik olmak üzere iki türdür. Bacalı sobaların baca bağlantıları kısa tutulmalıdır. Bu sobalar 8 m<sup>3</sup> den küçük hacimlere yerleştirilmemelidir. Bacalı sobalar 6.000-12.000 kcal/h kapasite aralığındaki tiplerde üretilmektedir.



Şekil 4. Bacalı Doğalgaz Sobası

Hermetik sobalar ise dış duvara monte edilen özel bacası sayesinde yanma havasını dışardan alıp, baca gazlarını da dışarıya verirler. Alan kısıtlaması gerektirmeden atmosfere bakan bir duvara monte edilebilir.



Şekil 5. Hermetik Doğalgaz Sobası

Dış görünüşleri dekoratif olan sobaların üzerindeki termostat düğmesi ile istenen sıcaklığa ayarlanabilirler.

Otomatik emniyet sistemleri vardır.

## ŞÖMİNELER, KUZİNELER

Dekoratif amaçlı olup, daha çok salon ve oturma odası gibi alanların ısıtılmasında kullanılır.



Şekil 6. Kuzine ve Şömine

## PİŞİRME AMAÇLI KULLANIM

Konutlarda pişirme amacıyla kullanılan cihazlar genellikle ocaklar ve fırınlardır. Şu anda kullanılan ocaklarda, yalnızca enjektör (ocak memeleri) değiştirilerek mutfaklarda pişirme amaçlı doğalgaz kullanılabilir. Mutfağa gaz ulaşabilmesi için tesisat çekilmeli ve gaz emniyeti açısından havalandırma koşullarının sağlanması gerekmektedir. Alev kesildiğinde gazı kesen sistemler ocaklara ilave edilebilmektedir.

### Genel Hususlar

- Cihaz ve tesisat montajı, ilgili firmanın montaj kitapçıklarına ve ilgili gaz idarelerinin uygulama prosedürlerine göre yapılmalıdır.
- Tesisat ve cihaz montajını yapacak ustalar, ilgili firma ve gaz kuruluşlarının eğitimlerine katılmış, doğalgaz tesisatı uygulamaları konusunda deneyimli olmalıdır.

- Montajda kullanılacak malzemelerin gözle muayenesi yapılmalı, montaj öncesi kir, pas ve çapaklardan arındırılmalıdır.
- Kombi kat kaloriferlerinin monte edileceği mahalle düz satırlı, cihaz boyutlarına uygun ölçülere sahip, bir düşey duvar bulunmalıdır. Eğer cihaz, yanabilir malzemeden yapılmış bir duvar üzerine monte edilecekse, duvar mutlaka ısıya dayanıklı bir malzeme ile korunmalıdır.
- Cihaz, pilot alevi görülebilecek, kontrol ve kumanda sistemlerinde rahatlıkla müdahale edebilecek şekilde yerden yaklaşık 1,5 metre yüksekliğe monte edilmelidir.
- Kombi kat kaloriferine servis ve bakım hizmetlerinin rahatlıkla verilebilmesi için cihaz önden minimum 45cm, yan taraflardan ise 6cm boşluk kalacak şekilde duvara monte edilmelidir.
- Cihaz özel bir askı tertibatı ile uygun bağlantı parçaları ( vida, dübel, vb.) kullanılarak sağlam bir şekilde duvara monte edilmelidir.
- Bacalı kombilerin duman kanalı sağlam bir şekilde bacaya tutturulmalı, baca giriş kısmı alçı ile sıvanmalı ve tam sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Cihaz elektrik fişi mutlaka topraklı bir prize bağlanmalıdır.
- Montaj sonrası bütün sistemin montaj kontrolü yapılmalı ve uygunluğu kanıtlanmalıdır. Gaz hattı, ısıtma ve sıcak su devresi, havalandırma, topraklama, elektrik ve baca atış sisteminin kontrolü yapılmadan cihaz kesinlikle işletmeye alınmamalıdır. Hermetik cihazları baca kiti montajlarında her ne koşul altında olursa olsun giriş veya kolon gibi binaya ait taşıyıcı unsunlar delinmemelidir.

### **Gaz Tesisatı Montajı**

- Gaz hattında TSE li doğalgaz borusu kullanılmalıdır.
- Gaz boruları dolap içlerinden lambri arkasından, kartonpiyer vb. altından geçirilemez. Sonradan bu tip örtücülerle kapatılamaz. Mutlaka açıktan geçmek zorundadır.
- Soğuk su girişine bir adet açma kapama vanası ile soğuk su tesisatından gelecek pislikleri tutmak amacıyla filtre konulmalıdır.
- Kombinin kalorifer dönüş hattı üzerine pislik tutucu filtre konulmalıdır.
- Tesisat montaj konumuna göre üstten veya alttan dağıtım olabilir. Eğer ısıtma tesisatı üstten dağıtım ise tesisatın en üst noktasına otomatik hava tahliye pürjörü konulmalıdır.
- Kombinin kullanım sıcak su devresi bulaşık ve çamaşır makinelerini de besliyorsa, uygun yerlere bağlantı muslukları monte edilmelidir.

### **Doğalgaz Emniyet Tedbirleri**

- Doğalgazda kullanılacak olan tüm malzemeler standartlara ve şartnamelere uygun olmalı, montaj ve tadilatı uzman kişilerce yapılmalıdır.
- Tüm tesislerde elektrik hattı topraklı olmalı, doğalgaz hatlarında emniyet sistemleri kullanılmalıdır.
- Kazan dairelerinde ve kolon hattı ortak mahalde kullanılan gaz alarm cihazlarının güvenliği tam olarak sağlamalıdır.
- Doğalgaz cihazının bulunduğu yerde mutlaka havalandırma yapılmalı, gerekirse menfez takılmalıdır.



- Kazan dairesinin kapıları ateşe dayanıklı olmalı içeriden dışarı doğru açılmalıdır. Kapı üzerinde havalandırma ızgaraları bulunmalıdır.
- Emniyetin maksimum düzeyde olabilmesi için sistemde ve cihazlarda gerekli elemanlar bulunmalıdır.

## **TEŞEKKÜR**

İZMİRGAZ A.Ş. Genel Müdür V. Sn. H. Burçin YANDIMATA' ya ve Makina Mühendisi Sn. Erdiñ GÖKÇE' ye bu sunumun oluşturulmasında yaptıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

## **SONUÇ**

Ekonomik, çevre kirliliği yaratmayan, temiz bir yakıt olan doğalgazın Türkiye ve İzmir'deki durumu, yatırım ve işletme esasları, gazın konutlarda kullanım yöntemleri, emniyet kuralları ile ilgili olarak verilen ön bilgilerle kısa bir tanıtım yapılmıştır.

## **KAYNAKLAR**

BOTAŞ A.Ş. Bilgileri

İZMİRGAZ A.Ş. Dökümanları

## İZMİR ‘DE SİSMİK TEHLİKEYİ BELİRLEMEK İÇİN DEPREM SENARYOLARINA DAYALI YER HAREKETİ SİMÜLASYONLARI

Louise W. BJERRUM  
louise.bjerrum@geo.uib.no

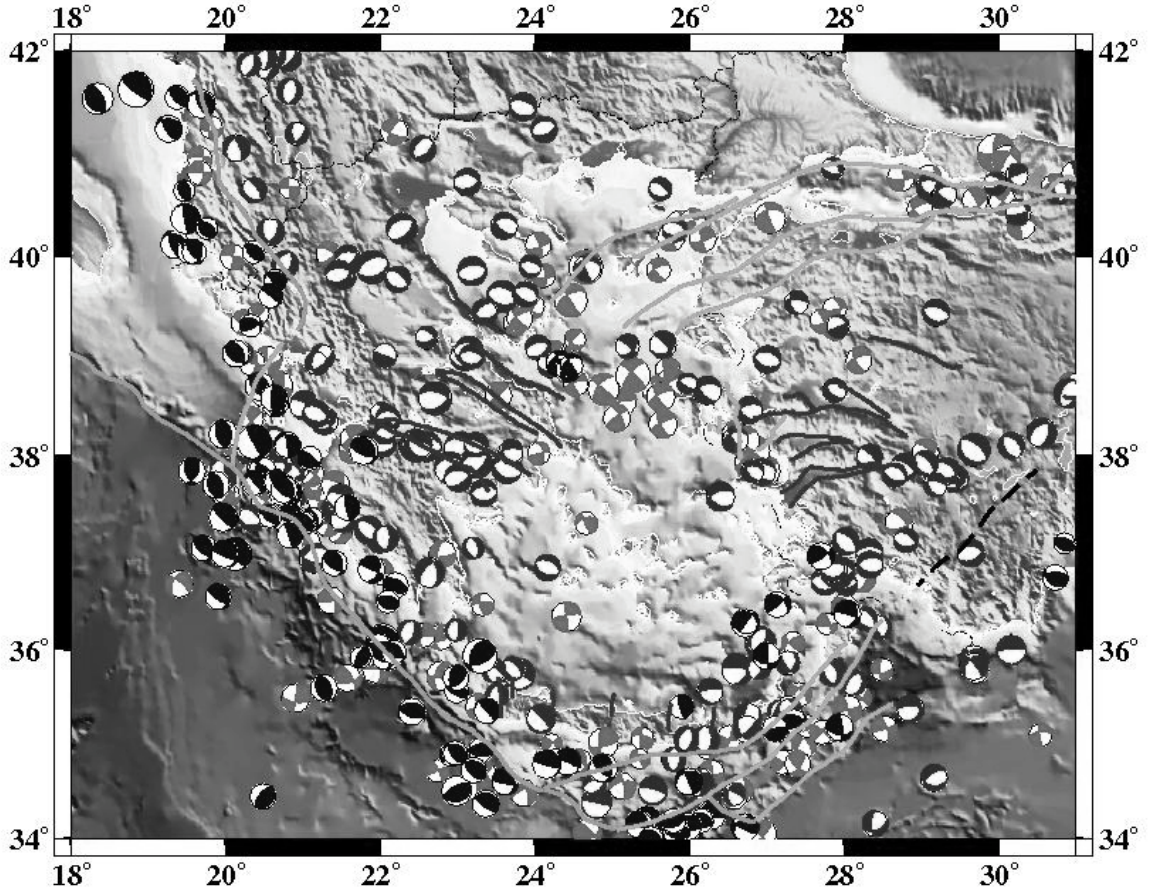
Prof. Dr. Kuvvet ATAKAN  
kuvvet.atakan@geo.uib.no

### 1.GİRİŞ

Ege-Anadolu bölgesi Avrupa ‘da sismik ve tektonik olarak en aktif alanlardan biridir ve önemli sismik tehlike ile karakterize edilir. Aktif faylar üzerindeki yerel ve bölgesel jeolojik çalışmalar ile Ege ve Anadolu bölgelerini kapsayan yüksek ayrımlı GPS verilerine dayanan yoğun bilgiler mevcuttur. GPS verileri Anadolu mikro levhasının en bilinen ve en çok araştırılan Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca meydana gelen deformasyonla batıya doğru hareket ettiğini göstermektedir. GPS verilerinin değişik yorumları bulunmaktadır; Bölge, Orta Batı Anadolu ‘daki göreceli olarak dar aktif deformasyon zonunun iyi çözülmesiyle tektonik deformasyonun çoğunu içeren göreceli olarak dar zonlarla ayrılmış çok sayıda mikro levhalara bölünmüştür (McClusky ve diğ., 2000).

Yıkıcı depremlerin jeolojik ve tarihsel dönemlerde gösterdiği gibi Batı Anadolu ‘daki aktif deformasyon bölgedeki değişik fay sistemlerinin yeniden hareketlenmesinin sonucudur. Yakın geçmişte İzmir ‘de felaket boyutunda üç deprem meydana gelmiştir. En sonuncusu 1778 ‘de meydana gelen bu depremler yaklaşık 50 yıllık sürelerle ayrılmışlardır (Ambraseys ve Finkel, 1995; Papazachos ve Papazachou, 1997; Papazachos ve diğ., 1997).

Deprem senaryolarına dayalı sayısal yer hareketi simülasyon yöntemleri, özellikle sismik tehlikenin yakındaki büyük bir fay tarafından kontrol edildiği bölgelerde uygulanmaktadır. İzmir birkaç aktif faya yakınlığı dolayısıyla bu konuda önemli derecede tehlikeye maruz kalmıştır. Bu çalışma İzmir ‘e yakın iyi tanımlanmış faylar boyunca deprem kırılma eğiliminin bir sonucu olarak zemin hareketi dağılımlarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada bölgedeki sismik tehlike İzmir kenti çevresinde bulunan aktif faylar üzerindeki dokuz farklı deprem senaryosuna dayanılarak deterministik olarak hesaplanmıştır. Uygulanan metodoloji İstanbul (Türkiye) ve Tottori (Japonya) ‘da başarıyla uygulanmış olan hibrid geniş-bandlı yer hareketi simülasyon tekniğine dayanmaktadır (Pulido ve Kubo, 2004; Pulido ve diğ., 2004; Sorensen ve diğ., 2007). Deprem kırılmasındaki karmaşıklık fay atımı ile ilgili fiziksel özellikleri tanımlayan değişik parametrelerle çok pürüzlü (asperity) modeller kullanılarak temsil edilmiştir. Giriş modelleri yol (sismik hızlar ve kabuktaki sönüm) ve kaynak (fay boyutları, geometrisi, mekanizması, pürüzlerin büyüklüğü ve yeri ve onların parametreleri) karakteristiklerine dayanmaktadır. Yer hareketi simülasyon sonuçlarının kıyaslanması İzmir ‘de sismik tehlikeyi kontrol eden fay kırılmalarında olabilecek karmaşık hasar konusunda yeni bilgiler verecektir.



Şekil 1. Ege Bölgesi 'nde aktif faylar ve deprem odak mekanizmaları. Fay düzlemi çözümleri INGV, USGS ve Harvard moment tensör çözüm veri tabanlarından derlenmiştir.

### 1.1. İzmir Çevresinde Yerel ve Bölgesel Tektonik

Ege-Anadolu bölgesindeki büyük ölçekli tektonik deformasyon güneyde Helen dalma-batma zonu, Apulia-Adriyatik platformu ile kuzeybatı Yunanistan ve Arnavutluk arasındaki kıtasal çarpışma, Avrasya ile Afrika ve Arap levhalarının çarpışması sonucu oluşmaktadır. Avrasya levhası Arap levhasının çarpışması iki büyük yanal doğrultu atımlı fay olan Kuzey ve Doğu Anadolu fay zonlarıyla Anadolu bloğunun batıya doğru göç etmesine neden olur. Afrika levhası batıda Helen yayı boyunca Ege Denizi 'nin altına dalmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı Türkiye 'nin kuzeybatısında Marmara Denizi içine girdiğinde daha karmaşık bir duruma ulaşır. Kuzey Ege Denizi 'nde en dikkati çeken doğrultu atımlı fay sistemi Kuzey Ege Çukuru 'nda yer almaktadır. Sistemin doğu bölümü daha çok doğu-kuzeydoğu yönlü yönelime sahipken, sistem batıda kuzeydoğu yönlü yönelime sahiptir (Nyst ve Thatcher, 2004; Taymaz ve diğ., 1991). Kuzey Ege Denizi 'ndeki depremlerin odak mekanizmaları Anadolu levhasının batıya göçünün bir sonucu olarak başlıca doğrultu atımlıdır. Helen yayı boyunca ve Apulia-Adriyatik platformu ile kuzeybatı Yunanistan ve Arnavutluk arasındaki kıtasal çarpışma zonu boyunca kuzeye doğru bindirme sonucu oluşmuş depremler bulunmaktadır. Kara kütlelerinin açılmasını vurgulayan normal faylanma olayları Ege Denizi 'nin her iki tarafında meydana gelmektedir. Ege Denizi 'nin çevresindeki alanda meydana gelen depremlerin fay düzlemi çözümleri ve aktif faylar Şekil 1. 'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



GPS ağının ayrıntılı coğrafik kapsamı batı Anadolu 'nun bütününe tek bir rijid blok olarak bakmak yerine küçük ölçekte blok rotasyonlarını haritalayabilme avantajına sahiptir. GPS ölçüm ağı İzmir körfezi boyunca uzama ve açılmanın oranını haritalamak için oluşturulmuştur. Hız alanı Anadolu sabit referans çerçevesine göre Şekil 2 'de verilmiştir. Şekilden İzmir ve civarında blok rotasyonların olduğu görülmektedir, özellikle Seferihisar ve Tuzla faylarının her iki yanındaki göreceli hızlar önemlidir. Doğudan batıya ve kuzeyden güneye hızlardaki artış körfezin açılmasını onaylayan İzmir körfezi boyunca hız alanındaki artış gibi belirgindir.

## 1.2 Depremsellik

Batı Anadolu 'daki tektonik deformasyon bölgesel ve yerel ölçekte (Şekil 1) yüksek oranda sismik aktivite üretmektedir. Tarihsel dönemler boyunca İzmir ve çevresinde çok yıkıcı birkaç depremin olduğu bilinmektedir (Şekil 2). Papazachos ve diğ., (1997) , Papazachos ve Papazachou, (1997) ve Ambraseys ve Finkel, (1995) 'den derlenen makrosismik kayıtlardan İzmir çevresinin güçlü yer hareketlerinin etkisi altında kaldığı ve şehrin birkaç kez hasar gördüğü açıktır. Şekil 2 'de görülen tarihsel olaylar İzmir ve Tuzla fayları üzerindeki aktivitenin açık bir işareti olarak görülmektedir. Hiposantrı İzmir 'e yakın en son büyük deprem 6.4 moment büyüklüğü ile 1778 'de, bu depremden önceki iki olay da 35 ve 65 yıl zaman farkıyla (1688 ve 1723 yıllarında) meydana gelmiştir. Şehrin yakınında bu oldukça yoğun büyük deprem dağılımı olasılıkla alandaki faylar arasındaki etkileşimle açıklanabilir ve bir faydaki stresin açığa çıkması bir sonraki kırılmayı harekete geçiren stres transferi ile sonuçlanır. Ancak, şehirde son 220 yıl süresince şehrin civarındaki faylarda önemli miktarda biriken gerilmeyi açığa çıkaracak büyük bir deprem meydana gelmemiştir.

Yakın zamanda, 2005 sonbaharında 17 ile 31 Ekim tarihleri arasında Sığacık Körfezi 'nde yaklaşık 50 olaydan oluşan yüksek bir sismik aktivite gözlenmiş ve üç gün içinde moment büyüklüğü 5.4 'den büyük üç deprem meydana gelmiştir (Benetatos ve diğ., 2006). Büyük üç depremin odak mekanizmaları Sığacık Körfezi 'nde kuzeydoğu güneybatı uzanımlı faylar üzerinde doğrultu atımlı bir hareketi işaret etmektedir. Ancak böyle yapılar henüz sismik yansıma araştırmalarıyla tanımlanmamıştır.

## 1.3 Metodoloji (Yöntem)

Bu çalışmada İzmir ve civarı alanın sismik tehlikesi deprem kırılma senaryolarına dayanan yer hareketi simülasyonları ile kestirilmiştir. Bu simülasyonlar farklı frekans aralıkları için hesaplanmış, yöntem olarak Pulido ve Kubo (2004) ve Pulido ve diğ., (2004) 'ün yaklaşımı izlenmiştir. Alçak frekanslı yer hareketi (0.1-1.0 Hz) fay düzleminin birçok bağımsız nokta kaynak olarak davranan birçok alt faylara bölünmesiyle elde edilmiştir. Alçak frekans hareketi için sismogramlar ayrık dalga sayısı kuramı ile sayısal olarak elde edilmiştir (Bouchon, 1981). Toplam yer hareketi her alt fay içinde sabit bir kırılma hızın varsayıldığı farklı katkılar eklenerek bulunmuştur. Tanımı aşağıda verilen bu yöntem verilen bir odak mekanizması ve kaynak zaman fonksiyonu için yatay tabakalı bir hız yapısındaki dalga yayılımını hesaplar. Yüksek frekanslı yer hareketi (1-10 Hz) alçak frekanslı yer hareketi koşulunda olduğu gibi sonlu pürüzlü bir modelden hesaplanmıştır. Nokta kaynaklı yer

hareketleri yarı stokastik bir yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır (Boore, 1983). Sonuç olarak, her nokta kaynak için yüksek frekanslı yer hareketi toplamı ampirik Green fonksiyonu yöntemi uygulanmasıyla elde edilmiştir (Irikura, 1986). Alçak frekanslı yer hareketlerinin yayılım modeli kuramsal ikili çifti izler. Buna karşın, yüksek frekanslar için yayılım modeli izotropik ve küreseldir (Pitarka ve diğ., 2000). Pulido ve Kubo (2004) SV ve SH dalgaları için yayılım modellerinin değişimini göz önüne alabilmek amacıyla alçak frekans modelinden yüksek frekans modeline düzgün bir geçişi veren bir yöntem geliştirmişlerdir. Yer hareketi simülasyonları için bu hibrid yaklaşım gerçekçi sonuçlar üretmiştir (Pulido ve Kubo, 2004; Pulido ve diğ., 2004; Sorensen ve diğ., 2007).

## 2. SENARYO DEPREM PARAMETRELERİ

Bu çalışmada İzmir ve civarındaki faylar üzerinde dokuz deprem senaryosu oluşturulmuş ve ilişkili yer hareketleri hesaplanmıştır. İzmir 'deki tehlikenin hesaplanması amaçlandığından şehre en yakın ve en ilişkili beş fay seçilmiştir. Tüm deprem senaryolarının kırılma başlangıç noktası İzmir için en kötü durum senaryolarını üretecek şekilde belirlenmiştir.

### 2.1 Simülasyon Parametreleri

Bu çalışmada kullanılan kabuk ve üst manto hız modeli olarak orta kabuk düşük hız zonu ve 33 km kalınlığında bir kabuk olduğu varsayılmıştır (Horasan ve diğ., 2002). Düşük hızlı simüle edilmiş sismik dalgaların sönümü yüksek frekanslar için frekansa bağımlı sönüm ilişkisinin uygulandığı hız modelindeki Q değerlerinden saptanmıştır (Akıncı ve diğ., 1995). 10 Hz 'e kadar frekanslar simüle edilmiştir. Oluşum zamanı normal faylar ve doğrultu atımlı faylar için sırasıyla 1.0 s ve 3.0 s olarak seçilmiştir. Kırılma hızları her iki fay tipi için sırasıyla 2.5 km/s ve 3.0 km/s olarak seçilmiştir (Pulido ve diğ., 2004; Somerville ve diğ., 1999).

Önceki çalışmalardan fay pürüzlerinin toplam büyüklüğünün toplam kırılma alanının %22 'si civarında olduğu bulunmuştur (Somerville ve diğ., 1999). Bu çalışmadaki senaryo depremlerinin çoğunda her fayda sadece bir pürüz bulunmaktadır ve birden fazla pürüz olması durumunda segment alanının %22 'si ile ilişkili bir pürüz büyüklüğü benimsenmiştir. Her bir pürüzün büyüklüğünün bu seçimi deprem yer hareketi simülasyonunun gerçekleştirildiği önceki çalışmalarla uyumludur (Pulido ve Kubo, 2004; Pulido ve diğ., 2004; Sorensen ve diğ., 2007).

Farklı deprem senaryoları için sismik moment değeri %40 'ı pürüzler (yüksek atım) ve %60 'ı arka plan fay düzlemine (düşük atım) uygulanmış fay uzunluğuna bağlı olarak her deprem senaryosuna uygulanan moment büyüklüğünden hesaplanmıştır (Kanamori, 1977; Wells ve Coppersmith, 1994). Normal faylardaki senaryolar için ortalama stres azalması 3.0 MPa olarak saptanmıştır (Tselentis ve Zahradnik, 2000). Stres azalması doğrultu atımlı faylar üzerindeki senaryolar için sismik momentten bulunmuştur (Das ve Kostrov, 1986). Pürüzler ve fay düzlemi arasındaki stres azalması oranı 0.05 olarak kullanılmıştır (Dalguer ve diğ., 2004). Simülasyon parametrelerinin tümü Tablo 1 'de özetlenmektedir.

---

\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Tablo 1. Dokuz farklı deprem senaryosu için kaynak parametreleri. İzmir ve Manisa fayları normal faylar, diğer üç fay ise doğrultu atımlı karakterdedir. Frekans bağımlı sönüm değeri  $Q=82 \cdot f^{10}$  ile ve 10 Hz 'e kadar frekanslar için yer hareketleri simüle edilmiştir. Gülbahçe ve Tuzla fayları için fay düzlemi çözümleri 1C senaryosu için batıdan doğuya doğru verilmişken kuzey, orta ve güney segmentler olarak verilmiştir.

Senaryo Fayı	Moment Büyüklük	Sismik Moment (Nm)	Fay Düzlemi Çözümü Doğrultu/Eğim/Ra ke	Ortalama Stres Azalması (MPa)	Pürüzlülük Stres Azalması (MPa)
1A Batı İzmir	6.5	$6.2 \cdot 10^{18}$	263°/60°/-100°	3.0	11.6
1B Doğu İzmir	6.5	$8.2 \cdot 10^{18}$	257°/60°/-100°	3.0	11.6
1C İzmir	6.9	$2.3 \cdot 10^{19}$	263°/60°/-100° 250°/60°/-100° 257°/60°/-100°	3.0	11.6
2GF Gülbahçe	6.9	$3.2 \cdot 10^{19}$	180°/80°/-10° 211°/80°/-10° 173°/80°/-10°	8.0	31.0
3TF Tuzla	6.9	$2.6 \cdot 10^{19}$	29°/80°/-167° 63°/80°/-167° 44°/80°/-167°	7.9	30.5
4SF Seferihisar	6.6	$1.1 \cdot 10^{19}$	199°/80°/-149°	7.9	28.8
5A Batı Manisa	6.5	$6.2 \cdot 10^{18}$	276°/48°/-83°	3.0	11.6
5B I. Manisa	6.4	$4.5 \cdot 10^{18}$	304°/48°/-83°	3.0	11.6
5C Doğu Manisa	6.6	$9.2 \cdot 10^{18}$	277°/48°/-83°	3.0	11.6

### 3. YER HAREKETİ SİMÜLASYON SONUÇLARI

Dokuz farklı deprem senaryosu için en yüksek yer hareketi (PGM) değerleri ve simülasyonda ortaya çıkan deprem sinyalinin toplam süresi Tablo 2 'de verilmiştir. Burada en yüksek yer hareketi değerleri senaryo tarzında ve İzmir 'in merkezindeki bir istasyon için simüle edilmiş olarak verilmiştir. Üç doğrultu atımlı senaryoların simülasyonları en yüksek yer ivmelerini (PGA) üretmiştir, buna karşın 42 km uzunluğundaki İzmir fayının tamamının senaryosu en yüksek pik yer hızını (PGV) ve PGA 'nın çok yüksek değerini üretmiştir. 6.6 moment büyüklüğüne sahip Seferihisar fayı üzerindeki senaryo İzmir fayı (1C) üzerindeki 6.9 moment büyüklüğünün deprem senaryosundan daha büyük yer hareketleri ürettiği gerçeği doğrultu atımlı faylar üzerinde normal faylar üzerindeki daha büyük yer hareketleri ürettiğini açıklayan önceki çalışmalarla uyumludur (Brune ve Anoosheepoor, 1999; McGarr, 1984).

Tablo 2. İzmir ‘in merkezinde simüle edildiği gibi ve en yüksek yer ivme ve hız (PGA ve PGV) senaryosu için çıktı değerleri. Sinyal süresi İzmir ‘in merkezindeki istasyon içindir.

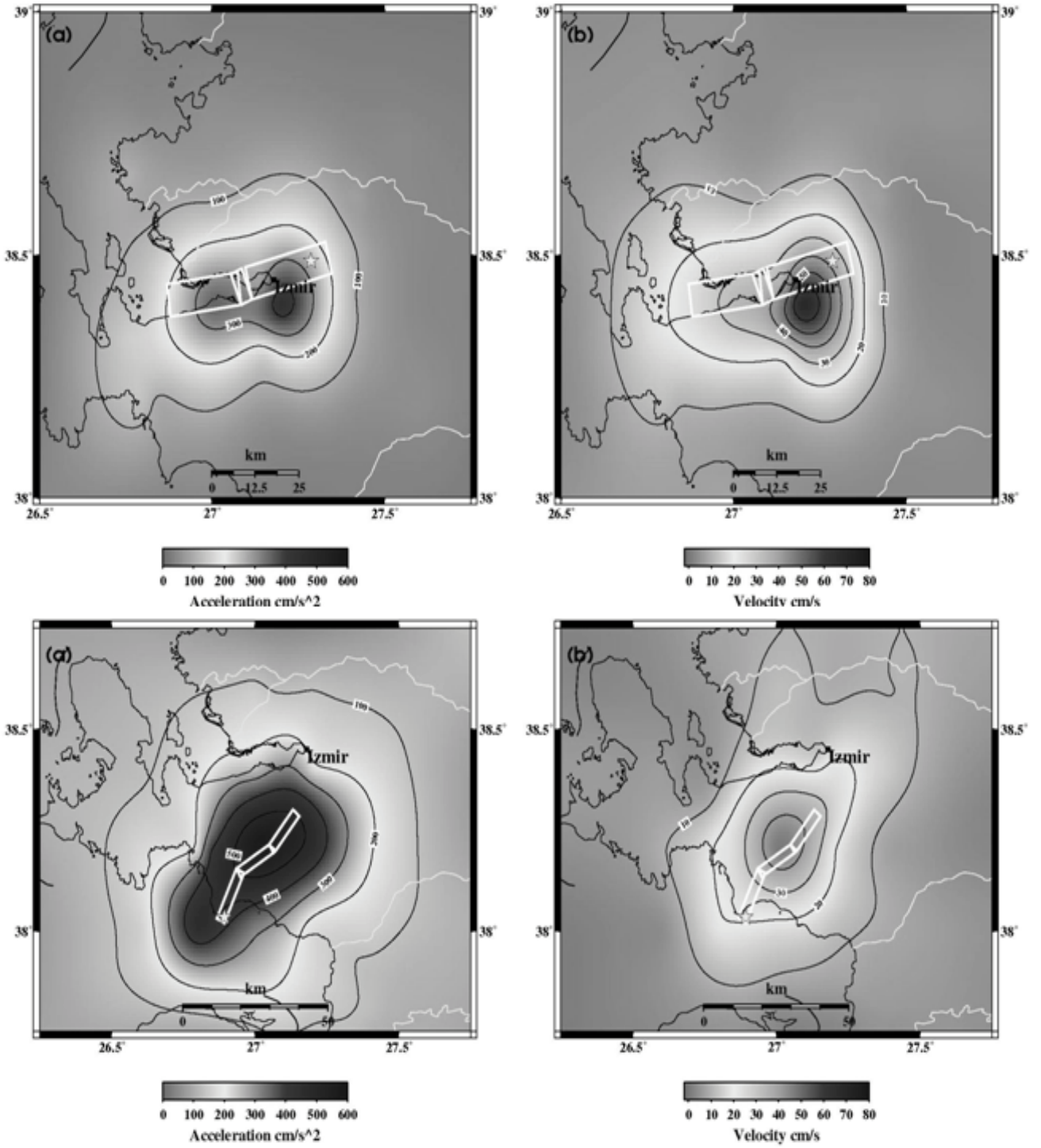
Deprem Senaryosu	Pik Yer İvme (PGA) Senaryosu (cm/s <sup>2</sup> )	Pik Yer Hız (PGV) Senaryosu (cm/s)	PGA İzmir (cm/s <sup>2</sup> )	PVA İzmir (cm/s)	Sinyal Süresi (İzmir) (s)
1A Batı İzmir	256	35	144	10	5
1B Doğu İzmir	262	28	227	24	7
1C İzmir	438	68	387	53	13
2GF Gülbahçe	559	40	125	6	11
3TF Tuzla	574	47	253	13	6
4SF Seferihisar	526	32	94	3	12
5A Batı Manisa	255	26	56	7	8
5B I. Manisa	209	12	35	3	11
5C Doğu Manisa	274	29	21	3	11

İzmir ‘deki sismik tehlikenin kestirimi en yüksek yer hareketi (PGM) değerleri ve sinyal sürelerinden İzmir ‘in merkezinde bulunan bir istasyon için her bir senaryodan hesaplanan dalga formları temel alınarak yapılmıştır. Bu değerler İzmir ‘de en büyük yer hareketini üreten Tuzla fayı ve İzmir fayı (1C) üzerindeki deprem senaryolarını gösterir ve İzmir fayı üzerindeki sinyal süresi en uzun olarak simüle edilmiştir. Bu senaryolardan İzmir ‘e ulaşan enerji diğer deprem senaryolarından çok daha büyüktür ve bundan dolayı bu senaryolar sismik tehlike göz önüne alındığında İzmir için en kötü durum senaryoları olarak kabul edilmişlerdir. Bu faylar üzerindeki deprem senaryoları için en yüksek yer hareketi (PGM) dağılımı Şekil 3 ‘de görülmektedir. En yüksek yer hareketleri değerleri açıkça senaryo faylarına alanın yakınlığını kısmen açıklayan 1B EIF ve 1C IF senaryoları için İzmir ‘de gözlenmiştir. Böyle durumlarda sönüm etkisi minimumdur.

Dokuz deprem senaryoları için simülasyon sonuçları PGA ‘lar ve PGV ‘ler için beş değişik ampirik sönümlenme ilişkileri için kıyaslanmıştır (Akkar ve Bommer, 2007; Ambraseys, ve diğ., 1996; Campbell, 1997; Gülkan ve Kalkan, 2002; Pankow ve Pechmann, 2004; Spudich, ve diğ., 1997). Bu faydan 400 km uzaklıklara kadar Tuzla fayındaki simülasyon için şekil 4’te gösterilmiştir. Tüm ampirik ilişkiler, yer hareketlerinin temel kayaç için simüle edilmesinden dolayı, sert kayaç koşullarına göre ayarlanmıştır. Bu sonuçlar ampirik sönüm ilişkilerindeki PGA değerlerine çok iyi uyumludur. Bununla beraber faya 30 km’den daha fazla uzaklıklar için PGA ‘lar sönüm ilişkileri kestirimlerinden daha yüksektir. PGV ‘ler için simüle edilen değerler daha geniş dağılıma sahiptirler, bununla beraber simülasyon sonuçları değişik sönüm ilişkileri kestirimlerindeki dağılımın geniş aralığında yer alırlar. Buna ek olarak simüle edilen PGV değerlerinin eğilimleri özellikle uzak mesafelerde ampirik ilişkilerin daha yüksekindedir. Normal fay depremleri için simülasyon durumunda simüle edilen yer hareketleri genel olarak ampirik ilişkilerden biraz daha alçaktır; daha önce açıklandığı üzere bu durum yanal atımlı olaylarla kıyaslandığında normal faylardaki daha düşük yer hareketleri gözlemleri ile uyumludur. Simüle edilen yer hareketleri ve ampirik kestirimler arasında genel olarak oldukça iyi bir benzerlik olduğu görülmektedir.

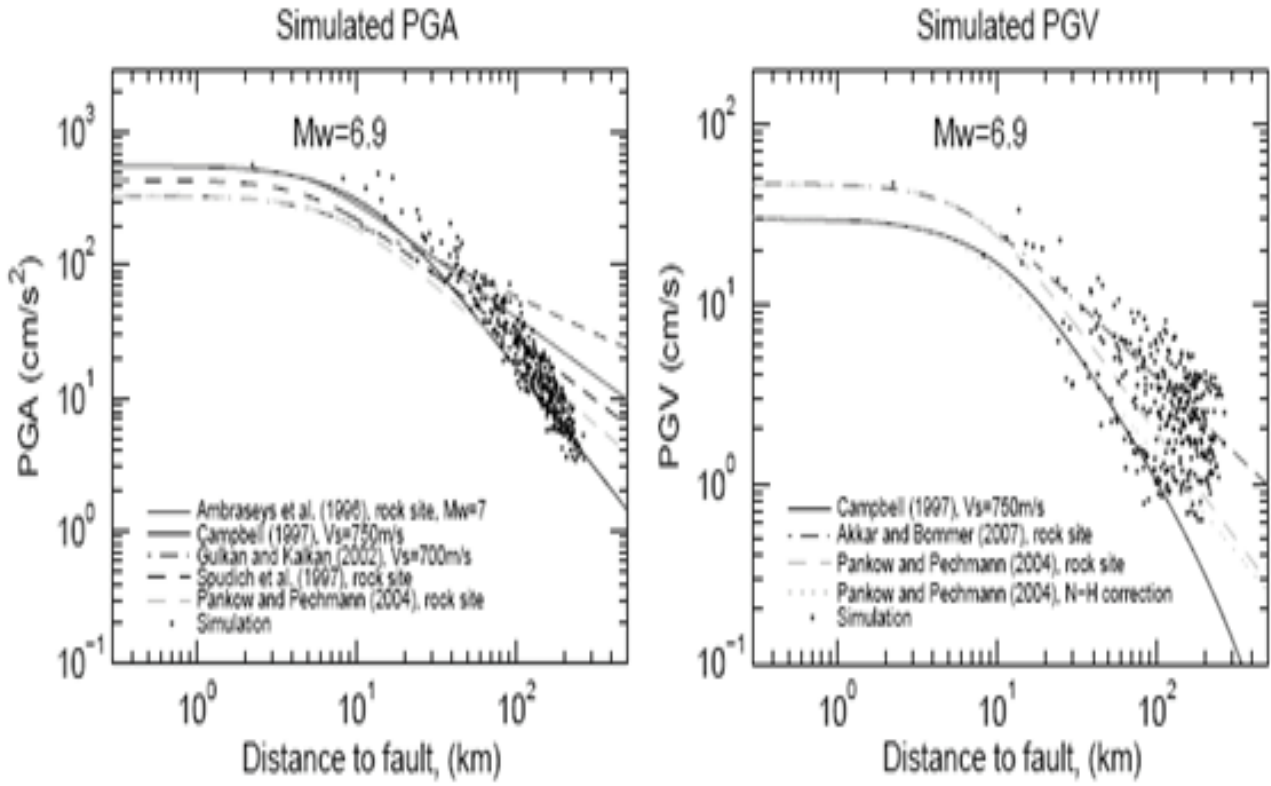
\*Bu Bildiri Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.





Şekil 3. 1C İzmir fayı (üst) ve 3TF Tuzla fayı (alt) deprem senaryoları için PGA (sol) ve PGV (sağ) dağılımları.

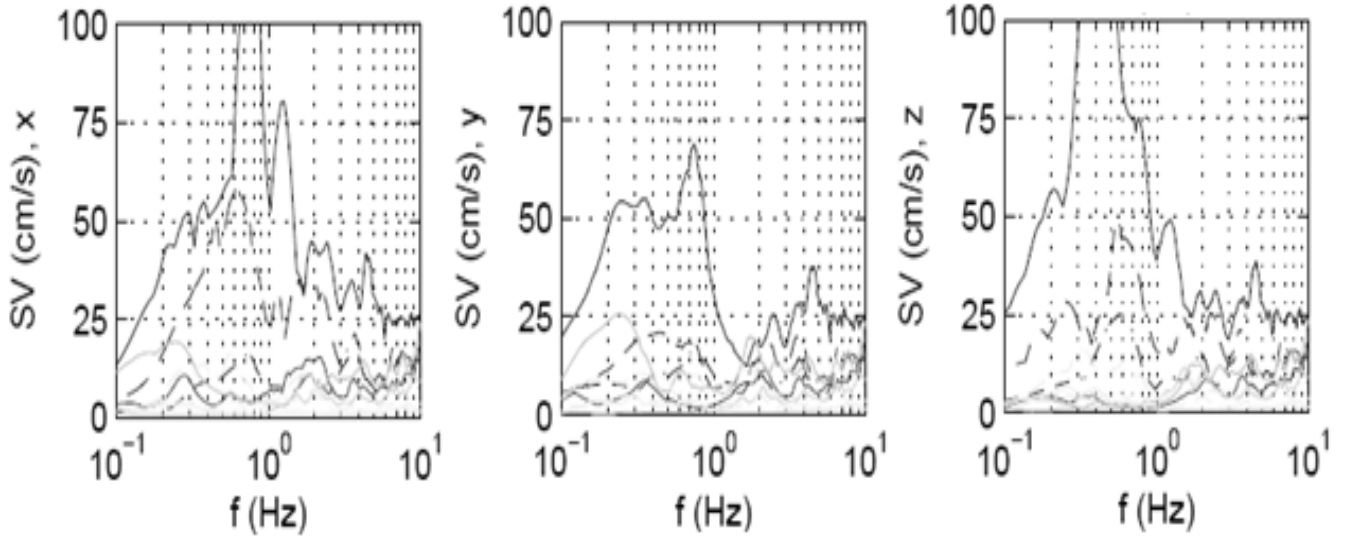
İzmir merkezli dokuz senaryo depremleri için hız tepkisi spektrumları şekil 5'te gösterilmiştir. İzmir fayının değişik fay bölümleri haricinde tüm senaryolar için, ana pikler olmaksızın çok düşük spektral hızlar görülmektedir. Bununla beraber her iki yatay bileşenlerin 0.1 ila 0.4 Hz arasındaki frekansları için Tuzla Fayı üzerindeki deprem senaryosu 3TF (açık gri)'nda minör pikler vardır. Öte yanda mutlak spektral hız değerleri bu piklerde yalnızca 25 cm/s civarındadır. Şekil 4'deki etkin deprem senaryoları değişik İzmir fayı segmanları üzerinde simüle edilmiştir (siyah). Bilhassa senaryolar 1B EIF (--) ve 1C IF (-) için kuvvetli pikler 0.2 ila 0.1 Hz frekansları aralığında gözlenmiştir. En batıdaki segmandakileri en zayıf olmasına rağmen, pikler iki segmanın beraber kırıldığındaki senaryo 1C IF için en kuvvetlidir. Senaryo 1A-C IF için düşey bileşen üzerindeki pikler kırılma sırasındaki düşey yer değiştirmesi, bu senaryoların normal faylanma mekanizması ile uyumlu olduğunu gösterir.



Şekil 4. Metinde bahsedildiği üzere ampirik sönüm ilişkilerine göre kestirilen yer hareketlerine göre simüle edilen (siyah noktalar) pik yer ivmesi (üst) ve hız (alt) kıyaslanmıştır. Kıyaslama deprem senaryosu 3 TF, Tuzla fayı için yapılmıştır.

Bu çalışmada tüm yer hareket simülasyonları temel kayaç koşulları için gerçekleştirilmiştir ve dolayısıyla olası mevzi yer etkileri hesaba katılmamıştır. Batı Anadolu'daki kuzey-güney açılması nedeniyle büyük graben yapıları oluşmuştur. İzmir Körfezi'nin oluşumu benzer açılma tektoniği ile ilişkilidir ve zaman içinde basen oluşumu sonuçlanmıştır. Bölgedeki mevcut morfoloji açıkça iki belirgin özellik gösterir. Yüksek topografyaya sahip bölgeler temel kayaç mostraları ile ilişkili olup bunun yanında alçak alanlar biriken çökeltileri temsil etmektedir. İzmir Büyükşehir alanının geniş bölümü bu çökeltiler üzerinde yer almaktadır.

Ayrıca, İzmir Körfezi kuzey kısmında belirgin fluvial çökelti Gediz Nehri deltasında görülür. İzmir fayı üzerindeki tepki spektrumlarında (şekil 5) gözlenen piklerdeki frekanslar ile daha önce bölgede yapılan çalışmalarda bulunan temel frekans aralığı ile çakıştığını göstermiştir. Modellenen yer hareketlerinin bu frekans aralığında belirgin olarak büyütülmesi beklenmelidir.



Şekil 5. Tüm dokuz senaryolar için hız tepki spektrumlarının kıyaslanması. Senaryo 1A-C (siyah), Senaryolar 1A (--), 1B (--) ve 1C (çizgili hat) ve Senaryo 3TF (açık gri). Yatay bileşenler x olarak doğu-batı ve y olarak kuzey-güney ve z düşey bileşendir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada İzmir civarı faylarındaki dokuz deprem senaryosuna dayalı yer hareketleri hesaplanmıştır. İzmir merkezindeki sismik tehlike için en kötü durum senaryosu için Senaryo 1C IF bulunmuştur.  $291 \text{ cm/s}^2$  en yüksek yer ivmeleri ve  $48 \text{ cm/s}^2$  en yüksek yer hızları tahmin edilmiştir. Simüle edilen tepki spektrumlarının frekans içeriği, alüvyonlu bölgelerdeki potansiyel zemin etkilerinde beklenen temel frekanslar ile çakışması dolayısı ile yer hareketlerinde önemli derecede artış beklenmelidir. Yer hareketleri simülasyonlarında kullanılan sönüm ilişkisi yanal atımlı faylanma depremleri için yapılan senaryolar için pik yer ivmeleri durumundaki ampirik ilişkiler ile uyum göstermektedir, bunun yanı sıra normal faylanma depremleri için elde edilen simülasyon değerleri beklenenden daha düşük bulunmuştur. Son olarak Manisa fayı (senaryo 5A-C MF) üç segmanı üzerinde yapılan deprem senaryolarında İzmir merkezi için sadece kısmi bir etkinin göz önüne alınması gerektiği bulunmuştur.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın orijinali Ekim 2008'de Çin'de düzenlenen 14cü Dünya Deprem Mühendisliği Kongresinde sunulmuş ve yayınlanmıştır. Yazarlar sayın Prof. Dr. Coşkun Sarı 'ya metni Türkçe 'ye tercüme ettiği için teşekkür borçludur.

## KAYNAKLAR

- Akıncı, A., Ibanez, J.M., Del Pezzo, E. and Morales, J. (1995). Geometrical spreading and attenuation of Lg waves: a comparison between western Anatolia (Turkey) and southern Spain. *Tectonophysics* **250:1**, 47-60.
- Akkar, S. and Bommer, J.J. (2007). Empirical Prediction Equations for Peak Ground Velocity derived from strong-Motion Records from Europe and the Middle East. *Bulletin of the Seismological Society of America* **97:2**, 511-530.
- Aktug, B. and Kilicoglu A. (2006) Recent crustal deformation of Izmir, Western Anatolia and surrounding regions as deduced from repeated GPS measurements and strain field. *J. Geodyn.* **41(5)**: 471-484.
- Ambraseys, N., Simpson, K. and Bommer, J. (1996). Prediction of horizontal response spectra in Europe. *Earthquake engineering and structural dynamics* **25**:371-400.
- Ambraseys, N.N. and Finkel, C.F. (1995), The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review, 1500-1800, Muhittin Salih EREN, Istanbul.
- Benetatos, C., Kiratzi, A., Ganas, A., Ziazia, M., Plessa, A. and Drakatos, G. (2006). Strike-slip motions in the Gulf of Sigacik (western Turkey): Properties of the 17 October 2005 earthquake seismic sequence. *Tectonophysics* **426**:263-279.
- Boore, D.M. (1983). Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra. *Bulletin of the Seismological Society of America* **73:6**, 1865-1894.
- Bouchon, M. (1981). A simple method to calculate Green's functions for elastic layered media. *Bulletin of the Seismological Society of America* **71:4**, 959-971.
- Brune, J.N. and Anooshehpour, A. (1999). Dynamic geometrical effects on strong ground motion in a normal fault model. *Journal of Geophysical Research* **104:B1**, 809-815.
- Campbell, K.W. (1997). Empirical Near-Source Attenuation Relationships for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Pseudo-Absolute Acceleration Response Spectra. *Seismological Research Letters* **68:1**, 154-179.
- Gülkan, P. and Kalkan, E. (2002). Attenuation modeling of recent earthquakes in Turkey. *Journal of Seismology* **6**:397-409.
- Horasan, G., Gulen, L., Pinar, A., Kalafat, D., Ozel, N., Kuleli, H.S. and Isikara, A.M. (2002). Lithospheric Structure of the Marmara and Aegean Regions, Western Turkey. *Bulletin of the Seismological Society of America* **92:1**, 322-329.
- Kanamori, H. (1977). The energy release in great earthquakes. *Journal of Geophysical Research* **82:B20**, 2981-2988.

Mcclusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. and Veis, G. (2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research* **105:B3**, 5695-5719.

Mcgarr, A. (1984). Scaling ground motion parameters, state of stress, and focal depth. *Journal of Geophysical Research* **89:6**, 6969-6979.

Nyst, M. and Thatcher, W. (2004). New constraints on the active tectonic deformation of the Aegean. *Journal of Geophysical Research* **109:B11**, 406-430.

Pankow, K.L. and Pechmann, J.C. (2004). The SEA99 Ground-Motion Predictive Relations for Extensional Tectonic Regimes: Revisions and a New Peak Ground Velocity Relation. *Bulletin of the Seismological Society of America* **94:1**, 341-348.

Papazachos, B. and Papazachou, C. (1997), The Earthquakes of Greece, *Technical books Edition, Thessaloniki*. Papazachos, B.C., Papaioannou, C.A., Papazachos, C.B. and Savvaidis, A.S. (1997), Atlas of Iseismal Maps for Strong Shallow Earthquakes in Greece and Surrounding Area (426BC-1995), *Technical books Editions, Thessaloniki*.

Pitarka, A., Somerville, P., Fukushima, Y., Uetake, T. and Irikura, K. (2000). Simulation of Near-Fault

Strong-Ground Motion Using Hybrid Green's Functions. *Bulletin of the Seismological Society of America* **90:3**, 566-586.

Pulido, N. and Kubo, T. (2004). Near-fault strong motion complexity of the 2000 Tottori earthquake (Japan) from a broadband source asperity model. *Tectonophysics* **390:1-4**, 177-192.

Pulido, N., Ojeda, A., Atakan, A. and Kubo, T. (2004). Strong ground motion estimation in the Sea of Marmara region (Turkey) based on a scenario earthquake. *Tectonophysics* **391**:357-374.

Somerville, P., Irikura, K., Graves, R., Sawada, S., Wald, D., Abrahamson, N., Iwasaki, Y., Kagawa, T., Smith, N. and Kowada, A. (1999). Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion. *Seismological Research Letters* **70:59 - 80**.

Spudich, P., Fletcher, J.B., Hellweg, M., Boatwright, J., Sullivan, C., Joyner, W.B., Hanks, T.C., Boore, D.M., Mcgarr, A., Baker, L.M. and Lindh, A.G. (1997). SEA96 - A New Predictive Relation for Earthquake Ground Motions in Extensional Tectonic Regimes. *Seismological Research Letters* **68:1**, 190-198.

Sørensen, M.B., Atakan, K. and Pulido, N. (2007). Simulated Strong Ground Motions for the Great M 9.3 Sumatra-Andaman Earthquake of 26 December 2004. *Bulletin of the Seismological Society of America* **97:1A**, S139-151.

Taymaz, T., Jackson, J. and Mckenzie, D. (1991). Active tectonics of the north and central Aegean Sea. *Geophysical Journal International* **106:433-490**.

Tselentis, G.A. and Zahradnik, J. (2000). The Athens Earthquake of 7 September 1999. *Bulletin of the Seismological Society of America* **90:5**, 1143-1160.

Wells, D.L. and Coppersmith, K.J. (1994). New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America* **84:4**, 974-1002.

## KENTİMİZİN DEPREM, HEYELAN VE TAŞKIN ALANLARI AÇISINDAN İRDELENMESİ

Mehmet AVŞAR  
Jeoloji Yüksek Mühendisi  
mavsar58@hotmail.com

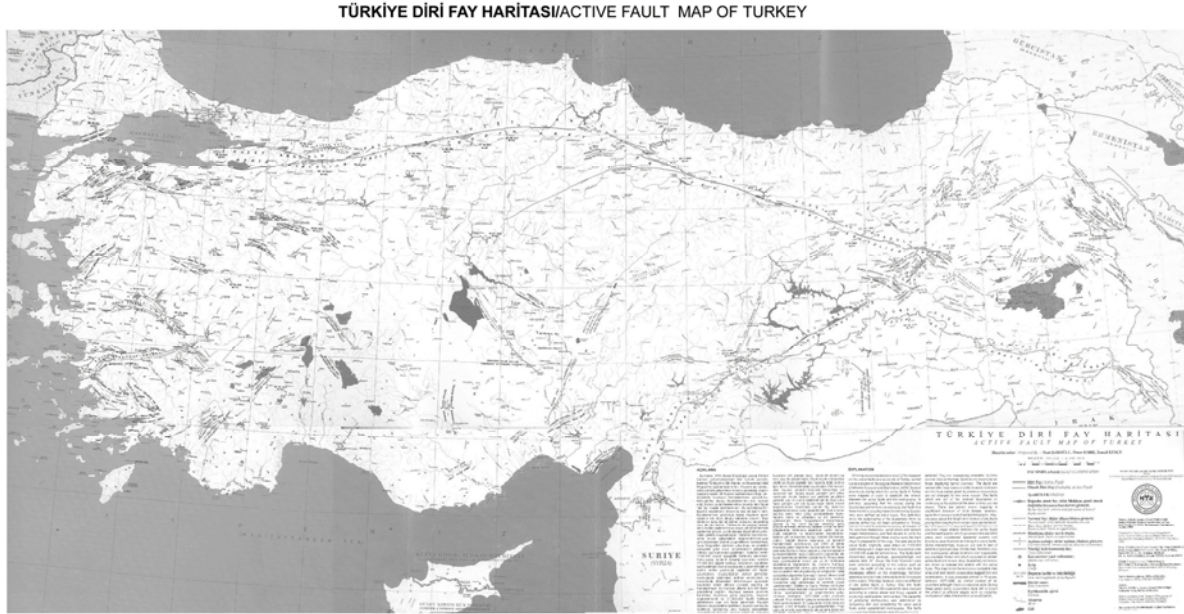
### GİRİŞ

Yerküre üzerinde kabuğun hareket ettiği, onun kendi iç dinamikleri nedeniyle kıtasal kabuğu kırdığı, dünyanın belli başlı 7 ana levhadan oluştuğu ve depremlerin bu levha sınırlarında meydana geldiği bilinmektedir. Anadolu'nun büyük doğrultu atımlı fay sistemlerine bağlı olarak batıya doğru hareket etmesini, Yunanistan batısındaki kıtasal kabuk kalınlaşması engellenmektedir. Afrika ve Avrasya plakaları arasında sıkışan Anadolu'nun batıya kaydığı, Kuzey ve Orta Ege Bölgesinde doğu-batı yönünde sıkışarak saatin tersi yönünde Hellen yayı üzerine hareket ettiği pek çok bilim adamı tarafından kabul edilmektedir (McKenzie, 1972 ve 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979 ve 1981; Şengör vd., 1985; McKenzie ve Yılmaz, 1991; Taymaz vd., 1991; Barka ve Reilinger, 1997; McClusky vd., 2000).

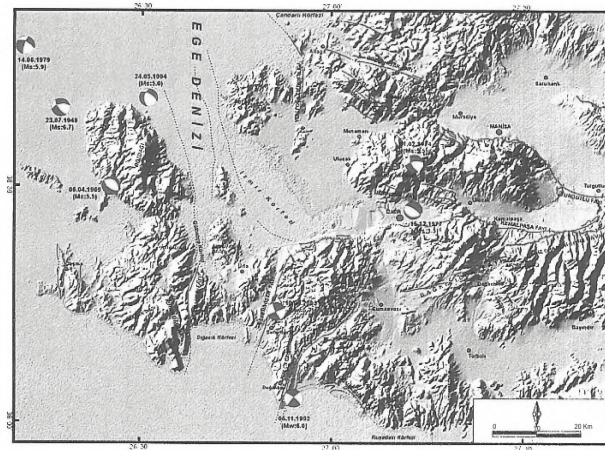
İzmir ve yakın çevresinin aktif tektoniği, Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin aktif tektoniğiyle ilişkilidir. Ege Bölgesinde K-G yönlü genişleme tektoniği sonucu yaklaşık D-B doğrultulu eğim atımlı normal faylar gelişmiş ve grabenler oluşmuştur. İzmir Körfezi de Gediz grabeninin GB ucunda küçük bir çöküntüdür. Ancak, yapılan çalışmalarda Ege Bölgesindeki graben ve fay sistemlerinin yönleri D-B ve KD-GB yönlerinde izlenebilmektedir. Bu nedenle, İzmir ve yakın çevresi Ege bölgesi gibi tektonik yapıları itibarıyla Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) arasında bir geçiş zonu oluşturmaktadır.

İzmir ve çevresinde diri faylarla ilgili bu güne kadar, MTA Genel Müdürlüğü, Üniversiteler ve diğer bazı kurum ve kuruluşlarda çalışan bilim adamlarınca bilgi üretildiği bilinmektedir. MTA Genel Müdürlüğü Türkiye Diri Fay Haritasını ilk olarak 1970'li yıllarda yapmış, 1990'lı yıllarda bunu güncellemiştir (Şaroğlu ve diğerleri, 1992) (Şekil-1). Daha sonra, kentimiz çevresindeki olası deprem risklerini azaltmak için çalışmalar sürdürülmüş (Barka ve diğerleri, 1996, Emre ve Barka, 2000), İzmir Büyük

Şehir Belediyesi tarafından Boğaziçi Üniversitesine "İzmir Deprem Senaryosu Deprem Master Planı" (İDSDMP) hazırlattırılmıştır. Bu konudaki çalışmaların da yetersiz olması nedeniyle mevcut bilgiler ışığında MTA Genel Müdürlüğü, "İzmir Çevresinin Güncel Tektoniği ve Diri Faylar" adında yeni bir proje oluşturulmuş ve bu projede İzmir ve çevresinin 9 adet aktif fayı ve onların özellikleri belirlenmiştir (Emre ve diğerleri, 2005) (Şekil-2).



Şekil 1. Türkiye Diri Fay Haritası (Şaroğlu ve diğerleri, 1992)



Şekil 2. Son yüzyılda bölgede meydana gelmiş bazı depremlerin odak mekanizması çözümleri, İzmir ve yakın çevresinin diri fayları (Emre ve diğerleri, 2005).

Dünyadaki yaygın görüşe göre deprem aktivite çalışmaları, deprem istasyonlarının yaygınlaştığı 1900 yılı sınır olmak üzere, 1900 yılı öncesi tarihsel dönem ve 1900 yılı sonrası da aletsel dönem olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı görüş doğrultusunda İzmir ve çevresinin depremselliği, tarihsel ve aletsel olmak üzere iki dönem halinde incelenmiştir. Tarihsel dönemdeki 23 adet ve aletsel dönemdeki 15 adet kayıta, İzmir ve çevresinde büyük şiddetli depremlerin can ve mal kayıplarına neden olduğu, yangınlar çıkardığı, yerleşim yerlerini yerle bir ettiği ve heyelanlara neden olduğu tespit edilmiştir (Avşar, 1997, Emre ve diğerleri, 2005).

Karaburun yöresinde yapılan araştırmalarda, Tarihsel dönemdeki depremlerde oluşan yada oluşabilecek fayların %57 kadarının uzunluğu, 10-20 km. ve bu uzunluktaki fayların 4.7-5.3



büyükliğünde deprem üretebileceği öngörülmektedir. 50 km den daha kısa fayların ( $M > 6$ ) oranı ise % 85 civarındadır. Aletsel dönemde ise bu oran % 99'u aşmaktadır. Batı Anadolu'daki kabuk kalınlığının 30 km civarında olduğu, depremlerin büyük bir kısmının kabuk içinde olduğu ve son yüzyılın 2. yarısında derin odaklı depremlerin sayısının nispeten arttığı belirtilmektedir (Sezer, 2005).

Aynı bölgede yapılan istatistiksel çalışmalarda, 1900-2000 arasındaki 100 yıllık süre içinde, Magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük olan yıl içindeki en büyük depremlerin büyüklüklerinin Shewhart standart sapma analiz değerlendirmeleri, Gumbel-Gutenberg-Richter ve üstel olasılık dağılım yöntemleri ile yılların en büyük depremlerinin analiz sonuçlarına göre, % olasılıkla her yıl kaydedilebilecek maksimum yıllık magnitüd, 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitüdü karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır (Sezer, 2005).

Kentimiz ile ilgili yapılan heyelan çalışmalarında, İzmir Metropolitan Alan sınırları içerisinde "General Assessment Of Landslides In İzmir Metropolitan Area" konusunda yapılan yüksek lisans tezinde, bu alanda oluşan heyelanların 1/100 000 ölçekli haritalaması yapılmıştır. Tezin bir alt konusu olarak, tarihsel ve aletsel döneme ait toplam 315 adet depremin heyelan-deprem ilişkisi araştırılmış ve kitle hareketlerinin oluşmasında depremin büyüklüğünün fazla etkin olmadığı saptanmıştır (Avşar, 1997).

Kentimizin yaşadığı bir başka doğal olay taşkın alanlarıyla ilgilidir. Yüksek topografik eğimle gelen dereler, aşırı yağış alınca aniden düzleşen alanlarda suyun yükselmesi ile taşkınlara neden olabilir. İzmir ve çevresinde de bu tür derelerin zaman zaman can ve mal kayıplarıyla gündeme geldiğini biliyoruz. 2005 yılında Yamanlar deresinin taşmasıyla yaşanan olay, 60'dan fazla can kaybı, büyük miktarlardaki maddi kayıplar ve hasarlara yol açmıştır. Bu tür olayların yaşanmasında çarpık kentleşme, taşkın alanlarının gecekondularla doldurulmaktadır. Mevcut derelerin doğal yataklarının daraltılması, İzmir ve çevresinde ormanlık alanların olmaması, bitki ve toprak örtüsünün yeterince gelişmemiş olmasına ve suların aniden yüzeysel akışına neden olmaktadır.

## DEPREM

Fayların oluşmasında yer kabuğundaki sıkışma ve yanal hareketler önemlidir. Bu tür kuvvetler kaya kütlelerini hareket ettirmektedirler. Ancak, kırıklar boyunca kaya kütlelerinin hareket ettirilemediği bazı bölümlerde yoğun bir enerji birikmesi oluşmaktadır. Yerin derinliklerinde biriken bu enerjinin herhangi bir nedenle boşalması sırasında yer kabuğu sarsılmakta ve deprem dediğimiz sarsıntılar olmaktadır. Kısaca deprem, yer kabuğunda fay düzlemi olarak tanımlanan kırıklar üzerinde biriken enerjinin ani boşalması sonucu gelişen bir olaydır.

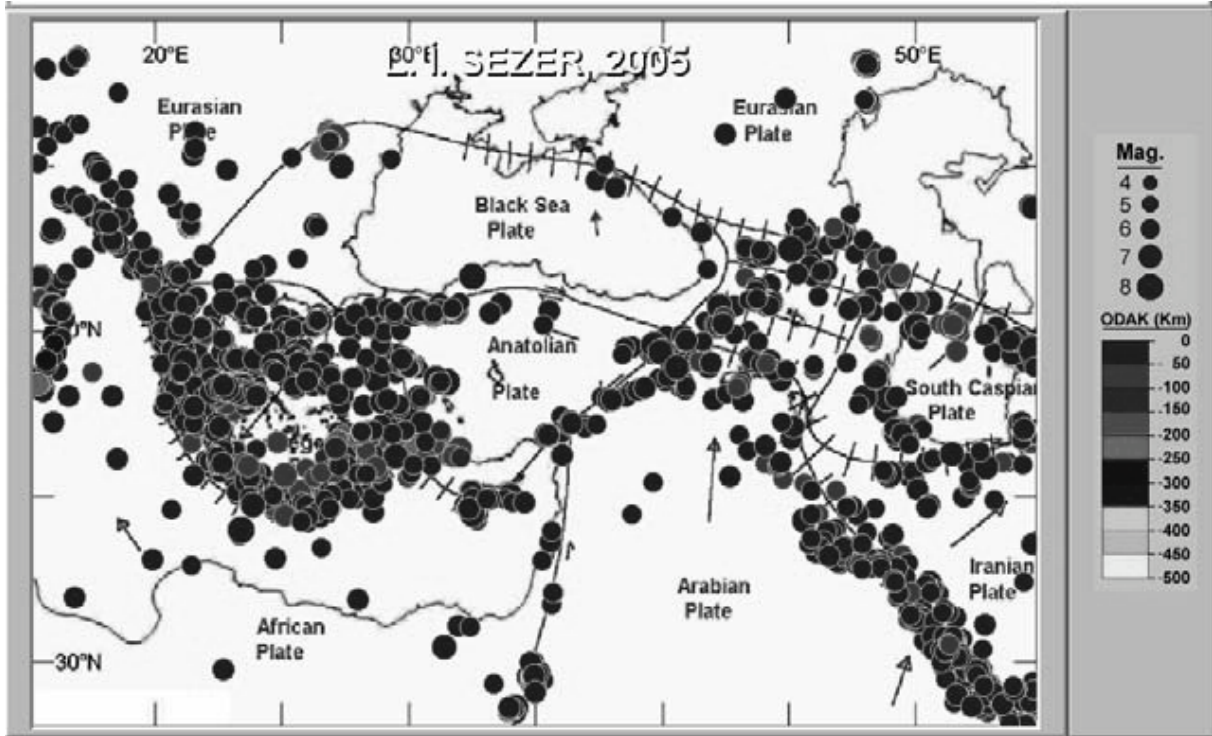
### İzmir ve Yakın Çevresinin Depremselliği

Kentimiz ve çevresi depremsellik açısından oldukça etkindir. Diri fayların yapısal özellikleri ve nitelikleri ile oluşan depremlerin sismolojik özellikleri bu etkinlikte belirleyici rol oynamaktadır. Yukarıda bahsedilen aktif tektonik zonlar ve/veya diri faylar üzerine düşen episantr noktalarının dağılımı depremsellik hakkında önemli bilgiler vermektedir. Ege Denizindeki Faylar, İzmir ve yakın çevresindeki faylara göre, uzunluğunun daha fazla olması

---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ve büyük Magnitüd'lü depremler üretebilmeleri nedeniyle İzmir için daha büyük risk taşımaktadır (Şekil-3). Batı Anadolu ve kentimiz, depremsellik ve deprem riski bakımından bir bütün olarak ele alınmalıdır. Bununla ilgili alınması gereken önlemleri ikiye ayırabiliriz. Birincisi afet önce alınması gereken önlemler, zeminin jeolojik-jeoteknik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalardır. Planlama, sismik kayıt verilerinin toplanması, aktif faylar, yerleşime uygunluk haritaları, gerekli detayda jeolojik-jeofizik haritaları, Jeoloji-Jeoteknik ve zemin etüt raporları, önlemleri alanlar, afet bölgeleri, Tsunami ve taşkın alanlarının önlenmesine yönelik projeler bu kapsamda değerlendirilebilir. İkincisi; yapılaşma sırasında alınması gereken önlemler olup, tamamen yapının sağlamlığı ile ilgili çalışmalardır.



Şekil 3. Mc Kenzie modeline göre (temel harita), Türkiye'nin tektonik haritasında depremler (USGS, Ms>5 ;1960-2005) (Sezer, 2005).

### İzmir ve Yakın Çevresinin Diri Fayları

Emre ve diğerleri, 2005 'in yaptığı diri fay çalışmasında, kuzeyden güneye doğru 9 adet aktif fay ayırt edilmiştir. Bu faylar; 1) Güzelhisar Fayı, 2 )Menemen Fay zonu, 3) Yenfoça Fayı, 4) İzmir Fayı, 5) Bornova Fayı, 6) Tuzla Fayı, 7) Seferihisar Fayı, 8) Gülbahçe Fayı, 9) Gümüldür Fayı 'dır.

**1) Güzelhisar Fayı:** Sağ yönlü doğrultu atımlı, K70B doğrultulu, 25 km uzunluğunda, olası aktif bir faydır.

**2) Menemen Fay zonu:** KB-GD doğrultulu, K60B konumlu 4 adet koldan oluşur. 15 km uzunluğunda, 5 km genişliğinde, eğim atımlı normal faylardır. Bu kırıklardan bazılarının 3 lokasyonda alüvyon yelpazesini kestiği tespit edilmiştir.

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

**3) Yenifoça Fayı:** K-G doğrultulu, 20 km uzunluğunda, sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır.

**4) İzmir Fayı:** D-B uzanımlı, Güzelbahçe-Pınarbaşı arasında toplam 35 km uzunluğunda, 400-500 m atımı olan eğim atımlı normal bir faydır. 2 segmentten oluşur. Güneydeki Balçova-Buca hattı K82B doğrultulu ve 15 km, kuzeydeki Halkapınar segmenti Pınarbaşı-Belkahve arasında uzanır ve yaklaşık 15 km uzunluğundadır. Buca yöresinde pliyosen aşınım düzlükleri İzmir fayınca kesilmiştir. Körfezin batısında Uzunada'nın doğusunda KKB-GGD doğrultulu bir tektonik çukurluğun varlığı ve bu çöküntüyü kontrol eden fayların Kuvaterner çökellerini kestiği saptanmıştır (Aksu ve diğerleri, 1987, Ocakoğlu ve diğerleri, 2005). İzmir fayının Balçova bölgesinde fayın güney bloğundan beslenen iri çakıl-moloz taşıyan akarsu ağzalarında gelişen alüvyon yelpazeleri Liman reis bölümünde İzmir fayı tarafından kesildiği ve fayın bu bölümde 500-600 m görünür atımlı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca Pınarbaşı yöresinde de İzmir fayı 'nın güney bloktan beslenen alüvyon yelpazelerini kestiği saptanmıştır.

**5) Bornova Fayı:** KB-GD uzanımlı birbirine paralel 2 faydan oluşur. Fayın güneyde olanı Kuvaterner çökellerini etkilemiş ve olası diri fay olarak adlandırılmaktadır. Kuzeydeki fay ise, eğim atımlı normal bir fay özelliğinde ve fayın kuzeyinin taban blok olduğu belirtilmektedir.

**6) Tuzla Fayı:** Gaziemir-Doğanbey arasındaki yapısal hat (Emre ve diğerleri, 2005) tarafından Tuzla Fayı olarak adlandırılmıştır. Bu fay, Diri Fay Haritasında, Cumalı Çizgiselliği (Şaroğlu ve diğerleri, 1987, 1992), Eşder (1988)'de Cumalı ters fayı, Genç ve diğerleri (2001) 'inde ise Orhanlı Fayı olarak adlandırılmıştır. Doğanbey burnu ile Gaziemir arasında fayın karadaki uzunluğu 42 km dir. Fayın deniz içinde de devam ettiği belirtilmiştir (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005). Fayın deniz ve karadaki toplam uzunluğunun 50 km 'yi aştığı söylenmektedir (Emre ve diğerleri, 2005).

Tuzla Fayı, KD-GB yönünde uzanan 3 ayrı bölümden oluşur. Kuzeyden güneye bunlar Çatalca, Orhanlı ve Cumalı bölümleri olarak adlandırılmıştır. Çatalca 15 km, Orhanlı 16 km ve Cumalı bölümü 15 km, denizdeki devam eden bölümü 10 km olarak kabul edilerek (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005), toplam uzunluğunun 56 km'yi aştığı kabul edilebilir. Tuzla Fayı'nın Çatalca ve Orhanlı bölümlerinde Diri Fay verisi gözlenememiştir. Cumalı bölümü ise, KKB-GGD uzanımlı birbirine paralel faylardan oluşan zonal bir yapı gösterir. Zondaki faylar boyunca çok sayıda sıcak su çıkışı ve traverten oluşumları gelişmiştir. Fayın en batıda yer alanı KD-GB yönlü inaktif ve ters fay özelliği taşımaktadır. Zon içindeki diğer faylar K20D doğrultuludur. Cumalı kaplıcaları ile tuzla mevki arasında zonda iki fay yer alır. Bu iki fayın kuzeyde olanı Cumalı yöresinde çok sıcak su çıkışı ve traverten oluşumuna sahip, sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğu ve batıya doğru 200-700 m ötelendiği saptanmıştır. Doğuda kalan fay üzerinde sağ yönlü dirseklenmeler izlenmiştir (Emre ve diğerleri, 2005).

Tuzla Fayı'nın denize doğru devamında fayın deniz dibindeki en genç çökelleri kestiği, deniz içinde basınç sırtları oluşturduğu ve deniz içindeki bazı fayların ters fay özelliği taşıdığı ve sağ yönlü olduğu gözlenmiştir (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005). Ancak fayın Çubukludağ yöresinde Miyosen birimlerini kestiği ve sol yönlü doğrultu atımlı olduğu izlenmiştir (Genç ve diğerleri, 2001). Bu veriler Tuzla Fayı'nın Miyosen-Pliyosen arasında sol yönlü çalıştığına yorumlanmıştır (Emre ve diğerleri, 2005).

**7) Seferihisar Fayı:** İzmir'in güneybatısında Seferihisar yöresindeki Sığacık Körfezi ile Güzelbahçe arasında uzanır. Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005 'e göre, sualtı verileri fayın deniz tabanında da devam ettiğini göstermektedir. Bu fay, İnci ve diğerleri (2003)'e göre Seferihisar-Yelki Fay Zonu, Emre ve diğerleri (2005) 'e göre ise Seferihisar Fayı olarak adlandırılmıştır. K20D doğrultulu fayın Seferihisar-Gülbahçe arasındaki uzunluğu 23 km, denizdeki bölümüyle birlikte toplam 30 km uzunluğundadır. Fay düzlemi üzerinde İnci ve diğerleri (2003) tarafından sağ yönlü doğrultu atım izleri bulunmuştur. Fay, Ulaş köyü civarında Kuvaterner çökellerini keser ve zon üzerinde sağ yönlü ötelenmeler gözlenir (Emre ve diğerleri, 2005). Fayın deniz tabanında da aktif olduğu belirtilmiştir (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005). Seferihisar Fayının Miyosende de aktif olduğu yorumlanmıştır (Kaya,1979). Sözbilir ve diğerleri (2003) 'e göre bu fayın Miyosende aktivite kazanarak günümüzde 150 km uzunluğunda aktif bir fay zonu oluşturduğu ileri sürülmüştür. Ancak, Emre ve diğerleri (2005)'e göre fayın D-B uzanımlı İzmir Fayı ile ilişkili olduğu ve Tuzla Fayı gibi Gediz grabeni batısındaki transfer fay demeti içerisinde yer aldığını savunmuşlardır.

**8) Gülbahçe Fayı:** İzmir körfezi ile Karaburun yarımadasını yapısal ve morfolojik olarak ayırır. Fay, İDSMP'da Karaburun fayı olarak adlandırılmıştır (Erdoğan 1990; MTA 2002; İDSMP). K-G doğrultulu fayın karadaki uzunluğu 15 km dir. Sualtındaki bölümleri ile birlikte fayın tamamı 70 km'yi bulur (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005). Gülbahçe Fayı'nın karada Kuvaterner çökellerini denetlediği, denizaltında Sığacık körfezi bölümünde genç çökelleri kestiği ve çok sayıda doğrultu atımlı faydan oluştuğu belirlenmiştir. Ancak fayın Holosende aktivitesinin açıklanamadığı, su altı verilerinde fayın ters bileşeni olduğu ve batı bloğunun doğu blok üzerine itildiği açıklanır. Gülbahçe Fayı'nın İzmir körfezi çıkışında elde edilen sismik kayıtlara göre, deniz tabanında devam ettiği ve genç çökelleri keserek fay sarplıkları oluşturduğu kesindir (Ocakoğlu ve diğerleri, 2005) (Şekil-4). Emre ve diğerleri (2005)'e göre fayın kuzey segmenti boyunca oluşan sıkışmalı bileşenlerden dolayı fayın sağ yönlü doğrultu atımlı olabileceğini düşünülmüştür.

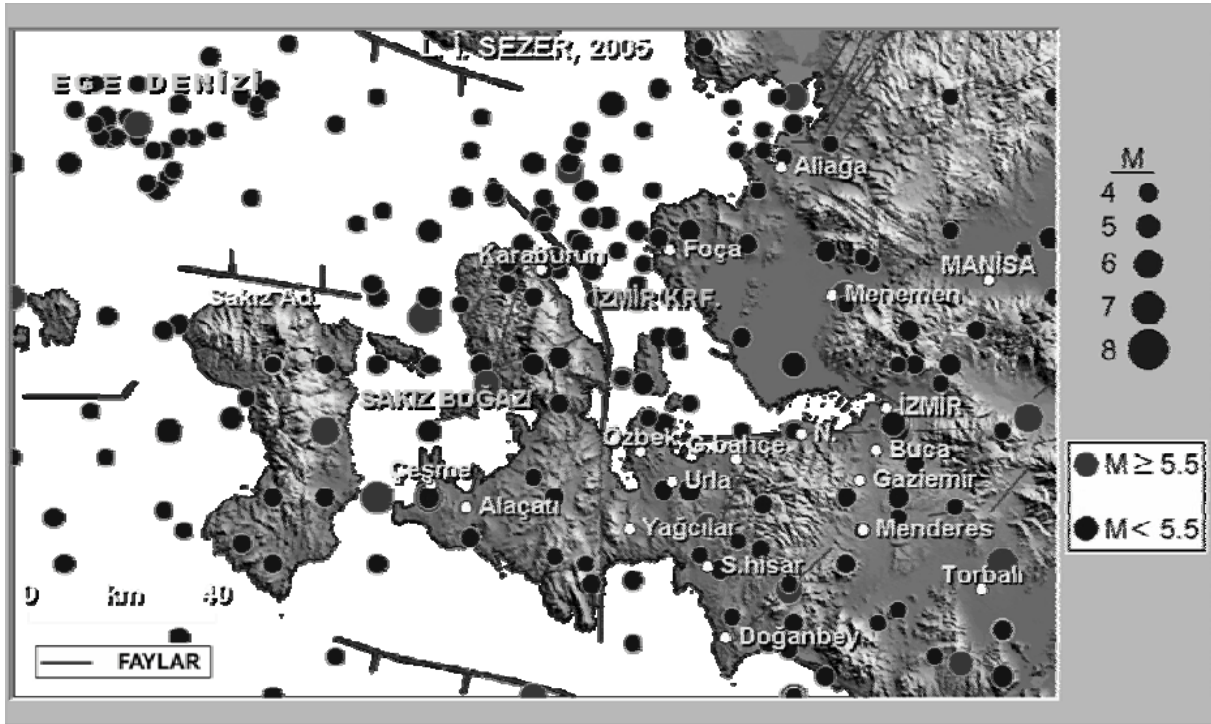
**9) Gümüldür Fayı:** Güneyde, Gümüldür-Özdere arasında uzanır. Genç ve diğerleri, 2001'e göre Ortaköy Fayı olarak adlandırılmıştır. K55D doğrultulu, 15 km uzunluğunda, 40-60° batıya eğimli, eğim atımlı normal faydır. Fayın görünür atımı 300 m civarındadır. Kuşadası körfezini sınırlandırması ve Kuvaterner morfolojisini etkilemesi nedeniyle olası diri fay olarak değerlendirilmiştir (Emre ve diğerleri, 2005). Deniz tabanında sualtı sismik verileri de Kuvaterner çökellerini kesmektedir (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004).

### **Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği**

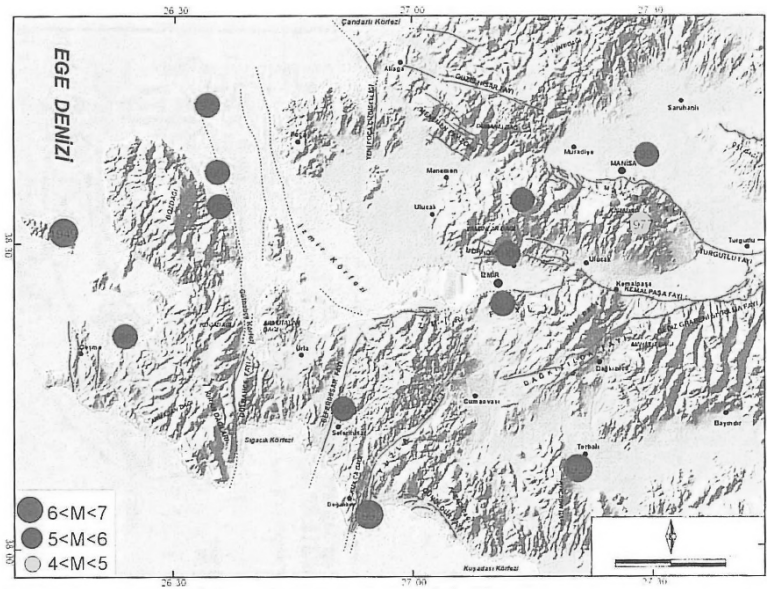
Depremsellik açısından, aletsel dönem gibi tarihsel dönem de oldukça etkindir. Ancak tarihsel dönemde yeterince veri toplanamadığından arşivlerdeki kayıtlar oldukça azdır. İzmir ve çevresi tarihsel dönemde pek çok aktivite geçirmiştir. 17 (M=7, Şiddet=VIII) -1 Kasım 1883 (M=6.8, Şiddet=X) arasında toplam 23 adet deprem kaydı incelenmiştir. Bu depremlerde yangınlar çıkmış, çok sayıda can kaybı ve mal kayıpları ile pek çok yerleşim yeri yerle bir olmuştur. Örneğin 10 Temmuz 1688 depreminde İzmir'de, o günkü koşullarda (Şiddet=X, M=6.8) 15-20 bin kişi ölmüş, büyük hasarlar ve Tsunami olmuştur. Ayrıca 15 Ekim 1883 Çeşme yarımadası depreminde, yarımadanın batısındaki köylerde 15 bin kişinin öldüğü söylenmektedir (Emre ve diğerleri, 2005).

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.





Şekil 5. İzmir- Karaburun yöresinde 5,5 M'den büyük (şiddetli) ve 5,5 M'den küçük depremlerin dağılımı ( $M > 4$  MS 11 - 08.02.2005) (Sezer, 2005).



Şekil 6. İzmir yakın çevresinde son yüzyılda gelişmiş depremlerin ( $M > 5$ ) diri fay haritası üzerindeki dış merkez dağılımları. Lokasyonlardan 1992 depremi Türkeli ve diğerleri (1995), 2003 depremi, (Tan ve Taymaz, 2003; USGS), diğer depremler İDSDMP' den alınmıştır (Emre ve diğerleri, 2005).

Doğanbey-Ürkmez arasında denizde, 6.0 M büyüklüğündeki (USGS) ve odak derinliği 14 km olan depremin artçı şoklarının Tuzla Fayı üzerine düştüğü belirtilmiştir. Düşük hasar yaratan

bu depremin fay düzlemi çözümlenmelerinin ise sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğu, bu yöreden alınan sismolojik bilgilerin de saha gözlemlerini doğruladığı tespit edilmiştir. Deprem, yüzeyde çok ince çatlaklar ve 20 cm lik sağ yönlü ötelenmeler oluşturmuştur. Yüzey kırığı oluşturamamış bu depremin, denizaltı bölümüyle birlikte 50 km'yi aşan sağ yönlü doğrultu atımlı diri bir fay olması, İzmir'in depremselliği açısından büyük önem arz etmektedir (Emre ve diğerleri, 2005). 10 Nisan 2003 tarihli ve 5.7 M'lü Seferihisar depreminin episantr noktası ve artçı şokları Seferihisar Fayı üzerine düşmektedir. Bu depreme ilişkin yapılan fay düzlemi çözümlenmeleri fayın KD-GB uzanımlı, sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğunu göstermiştir (Tan ve Taymaz, 2003; USGS) İnci ve diğerleri (2003) (Şekil-5).

Aletsel dönemde oluşan depremlerin % 91'inin odak derinliği 0-33 km arasında olduğu, USGS'in hazırladığı dünya kabuk haritasına göre (<http://www.usgs.gov>) Batı Anadolu'daki kabuk kalınlığının 30 km civarında olduğu düşünülürse, Karaburun yöresindeki deprem odak noktalarının büyük bir kısmının kabuk içinde kaldığı saptanmıştır. Aynı görüşe göre; 1950-2000 yılları arasında oluşan depremlerden, odağı 33 km'den daha derin (astenosferde) olanların oranı, yüzyılın ilk yarısına göre daha yüksektir. Nispeten daha derin odaklı depremler, genellikle İzmir ve Sığacık Körfezleri ile Karaburun yarımadası, Menemen, Kuşadası-Selçuk civarında ve Sakız Adası çevresinde görülmektedir(Sezer, 2005)(Şekil-3).

USGS tarafından internette yayınlanan <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/eqstats.html>) enerji-deprem büyüklüğüne ilişkin formüllerden yararlanılarak yapılan hesaplara göre, son 100 yıl içinde Karaburun yöresinde meydana gelen  $M \geq 4$  olan 184 depremin, açığa çıkan enerji bakımından 2402 adet 4.0 büyüklüğünde ve 1 adet 7.3-7.4 büyüklüğündeki depreme eşdeğer olduğu, son 100 yıl içinde Karaburun yöresinde meydana gelen 4 ve daha büyük 184 depreme açığa çıkan enerji sayesinde, 1 adet Kocaeli-Gölcük depremi büyüklüğünde bir depremin oluşma ihtimalinin ortadan kalkmış olduğu belirtilmektedir (Sezer, 2005).

Shewhart standart sapma analizine göre, Karaburun yöresinde meydana gelen ve meydana gelebilecek olan, yılların en büyük depremlerinin büyüklüğünün 3,7 M ile 6.1 M arasında olmasının, % 95 olasılıkla normal olduğu, yılların en büyük depremlerinin büyük bir olasılıkla 3.0 M'den küçük, 6,8 M'den büyük olamayacağı açıklanmıştır. Eldeki verilere göre, Karaburun-İzmir yöresinde, M.S. 11-2000 yılları arasında, can ve mal kaybı ile sonuçlanan 34 şiddetli depreme sahne olduğu ve bunun Karaburun yöresinin deprem yönünden oldukça aktif olduğunu gösterdiği kaydedilmiştir (Şekil-6)

Gumbel-Gutenberg-Richter ve üstel olasılık dağılım yöntemleri ile yapılan yılların en büyük depremlerinin maksimum yıllık magnitüd oranlarına göre, % 63 olasılıkla her yıl kaydedilebilecek maksimum yıllık magnitüd; Muğla sismotektonik yöresinde 4,9 M, Marmara Bölgesi'nde 4.8 M, İstanbul sismotektonik yöresinde 4,5 M, İzmir sismotektonik yöresinde 4,9 M ve Karaburun yöresinde 4,5 M'dir. 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitüd; Karaburun yöresinde 6,6 M, Muğla sismotektonik yöresinde 7,3 M, Marmara Bölgesi'nde 7,9 M, İstanbul sismotektonik yöresinde 7,5 M ve İzmir sismotektonik yöresinde 7,1 M'dir. 7,4 M büyüklüğündeki bir depremin 2000-2025 yılları arasında gerçekleşme ihtimali ise Muğla sismotektonik yöresinde % 20, Marmara Bölgesi'nde % 42, İstanbul sismotektonik yöresinde % 25, İzmir sismotektonik yöresinde % 14 ve Karaburun yöresinde % 3,7 kadardır (yöntem için bkz: Ergünay-Bayülke-Gençoğlu 1974, Tabban ve

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Gencoğlu 1975, Tezcan-Acar-Çivi 1979, Sezer 1998-2003-2005). 7.4 büyüklüğündeki (Kocaeli-Gölcük depreminin büyüklüğünde) bir depremin tekrarlama süresi Muğla sismotektonik yöresinde 115 yıl, Marmara Bölgesi'nde 46 yıl, İstanbul sismotektonik yöresinde 90 yıl, İzmir sismotektonik yöresinde 169 yıl ve Karaburun yöresinde 664 yıldır (Sezer, 2005).

## HEYELANLAR

**Tanımı:** Heyelan kelimesi en iyi, Terzaghi (1950) tarafından “ Doğal kaya, zemin, yapay dolgu ve bunların karışımından oluşan, şev oluşturan malzemelerin, aşağı ve dışa doğru hareket etmesi” olarak tanımlanır. Heyelanlar karmaşık kitle hareketleridir.

Heyelanlar, ülkemizde olduğu gibi kentimizde de büyük maddi ve manevi kayıplara sebep olmuştur. Deprem, aşırı yağış, topografik eğim, sertlik, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb. heyelanları oluşturabilir. Bu konuda başta Bayındırlık İl Müdürlüğü, Karayolları, Üniversiteler, MTA vb. kuruluşlar yoğun bilgi üretmişlerdir. Mevcut kitle hareketleri yerinde incelenerek yerel çözümler üretilmiş, imar

planı dışında kalan alanlar afet bölgesi kapsamına alınmıştır. 1990'lı yıllarda MTA projeleri yüksek lisans tezi kapsamında İzmir Metropolitan alanının 1/100 bin ölçekli heyelan haritası hazırlanmıştır.

Çalışmada heyelanlar, fosil, olası aktif ve aktif olmak üzere üç gruba ayrılmış, ayrıca akma, dairesel kayma, blok kayma ve kaya düşmesi şeklinde sınıflandırılmıştır (Avşar, 1997) (Şekil-7).

### Heyelan Türleri

#### 1-Düşmeler

**2-Kaymalar;** Kaya kayması-döküntü kayması, yanal yayılma türü kaymalar, dönel kaymalar ve blok kaymalar

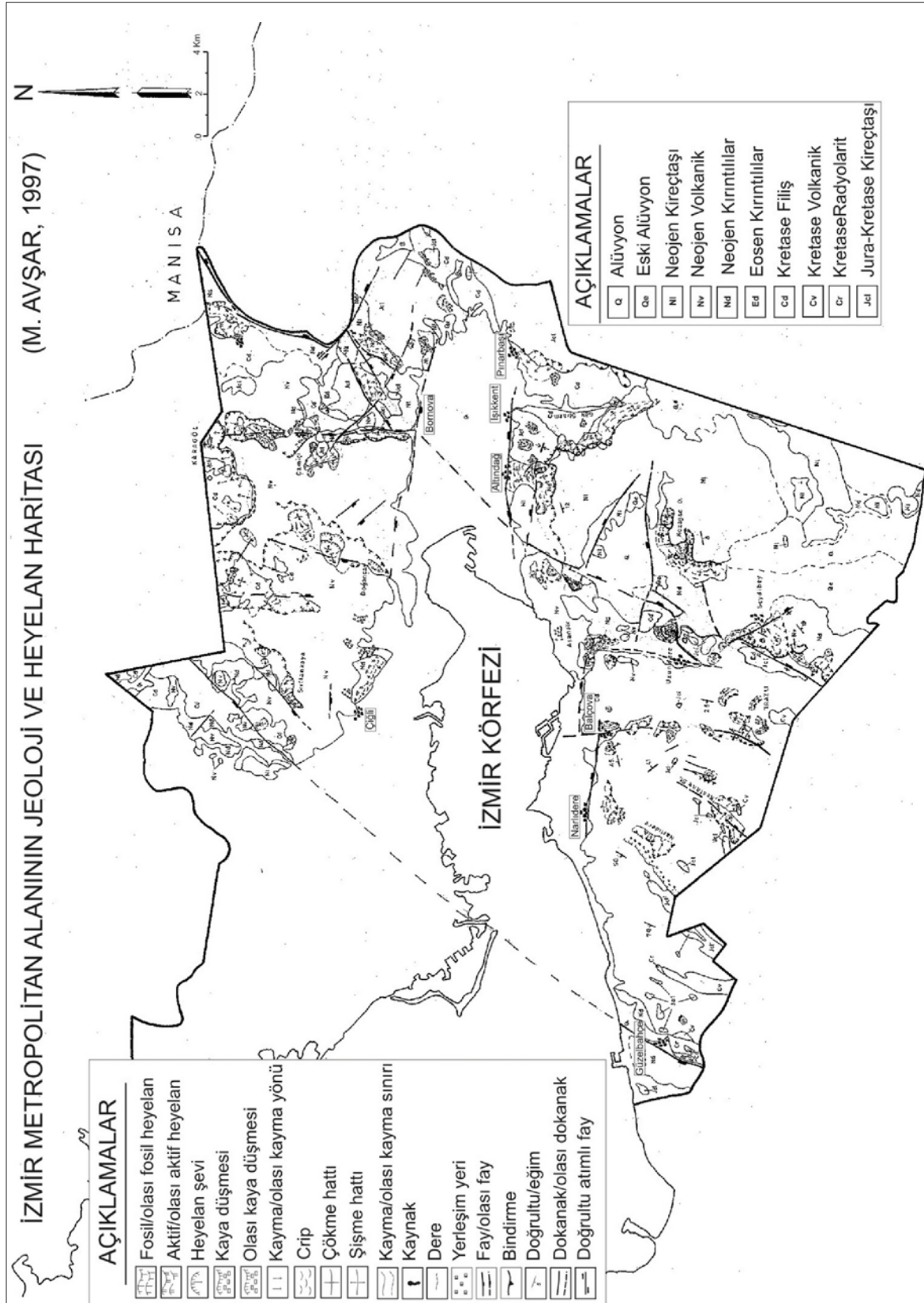
**3-Akmalar;** Kuru ve Sulu akmalar

**4-Karmaşık heyelanlar**

### İzmir Metropolitan Alanındaki Heyelan çalışmaları

Bu konuda başta Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri İl Müdürlüğü, Üniversiteler vb. kurumlar sayısız raporlar hazırlamıştır. Önceki yıllarda, aşırı yağış ve depremler nedeniyle kentimizin değişik bölgelerinde heyelanlar olmuş ve bunlar için yerel çözümler üretilmiştir. 1990 'lı yıllarda MTA Genel Müdürlüğü'nün “Arazi Kullanım Potansiyel Haritaları Projesi” kapsamında İzmir Metropolitan Alanı'nın da heyelan çalışması yapılmış ve bu çalışma “General Assessment Of Landslides İn İzmir Metropolitan Area” konusunda yapılan yüksek lisans tezine de konu olmuştur. Çalışmada, İzmir Metropolitan Alanının 1/100 000 ölçekli heyelan haritası hazırlanmıştır (Avşar, 1997).

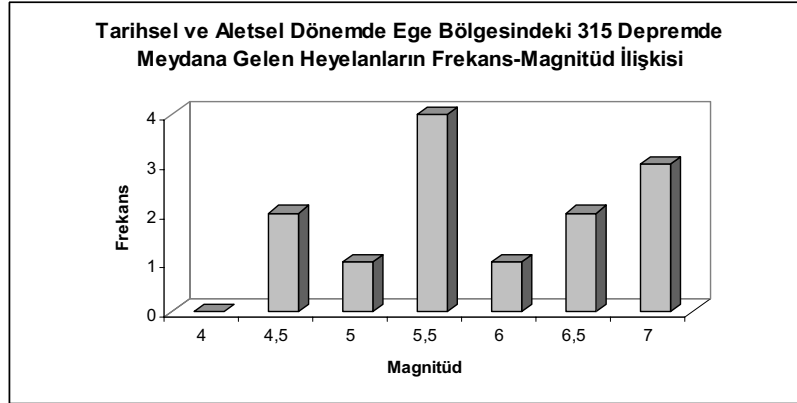




Şekil-7: İzmir metropolitan alanı jeoloji-heyelan Haritası (Avşar, 1997) den yeniden düzenlenerek alınmıştır.

İzmir Metropolitan Alanı'nda yapılan bu çalışmada heyelanlar, fosil, yarı aktif ve aktif olarak ayırtlanmış ve kitle hareketleri kayma tiplerine göre de sınıflandırılmıştır. Ayrıca hazırlanan tezin bir alt bölümü olarak heyelan-deprem ilişkisinde 12 adet tarihsel ve 303 adet aletsel dönem'e ait olmak üzere toplam 315 adet deprem kaydı Frekans-Magnitüd açısından incelenmiştir. Kayıtlar, Afet İşleri, İzmir Büyükşehir Belediyesi (İ.B.B.), Dokuz Eylül Üniversitesi (D.E.Ü.), Yeni Asır ve Hürriyet Gazetesi arşivlerinden araştırılmıştır (Avşar ve Türk 1997).

Yapılan araştırmada, tarihsel dönemde 17-1900 yılları arasında 12 adet depremde 1 adet kaya düşmesi ve 2 adet heyelan olayı tespit edilmiştir. Aletsel dönem, 1930-1996 tarihleri arasındaki verileri kapsamaktadır. Aletsel dönemde Ege Bölgesinde 1930-1996 yılları arasında toplam 304 adet deprem kaydı Frekans-Magnitüd açısından değerlendirilmiştir. 1930-1960 yılları arasındaki 94 adet depremin Magnitüd ortalamasının 5 M civarında olduğu, buna karşılık 1960-1996 yılları arasında 210 adet depremin Magnitüd ortalamasının 4.5-5 M civarında olduğu saptanmıştır. Tarihsel ve aletsel dönemde toplam 315 adet deprem kaydında 4 adet kaya düşmesi ve 13 adet heyelan olduğu, 3 adet deprem kaydında ise hem heyelan, hem de kaya düşmesi olayının birlikte olduğu tespit edilmiştir (Şekil-8). Ayrıca, 20.12.1981 tarihinde Ödemiş (Ege) 4,3 Magnitüd' lü bir depremde de kaymaların olduğu



Şekil 8. Tarihsel ve aletsel dönemdeki depremlerde oluşan 13 adet heyelanın Frekans-Magnitüd ilişkisi (Avşar, 1997'den yeniden düzenlenerek alınmıştır) saptanmıştır.

Yapılan değerlendirmelerde de görüleceği üzere, heyelanların oluşu depremin büyüklüğüne (M) bağlı değildir. Zeminin örselenmemiş olması, topografik eğimi, kohezyon, içsel sürtünme açısı, sertliği, çimentosu, vb. bunda önemli rol oynamaktadır. Depremler sırasında yeryüzünde birçok çatlak, yarık ve/veya fayların meydana geldiği, hatta büyük bir güçle kırık hatlarında yeni sıcak ve soğuk su kaynaklarının metrelerce yükseğe fişkırdığı kaydedilmiştir.

## TAŞKIN ALANLARI

İzmir ve çevresinde genç jeotektonik olaylar yer yer dik bir morfoloji oluşturmuştur. Körfezin kuzey ve güneyindeki dik topografya boyunca körfeze dik olarak gelişen dere yatakları alüvyonal alanlarda aniden düzleşen topografya ile karşılaşır. Yağışların ani ve bol olduğu aylarda dar ve doldurulan dere yatakları suyla dolarak taşkınlar neden olur. Bu tür taşkınlar maruz kalan yerler taşkın alanları olarak bilinmektedir. Taşkın alanları körfezin kuzeyinde

Bornova, Karşıyaka, Çiğli ve Menemen yöresi, güneyde, Alsancak, Buca, Balçova vb. örnek olarak verilebilir.

Giderek artan kaçak yapılaşma, çarpık kentleşme dere yatakları ve vadiler gecekondularla doldurmuştur. Çiğli bölgesindeki taşkın alanları imara açılarak sanayi ve yerleşim alanı haline getirilmiştir. Deniz seviyesine yakın düz alanlarda deniz seviyesinin yükselmesi ve büyük su birikintilerinin oluşması, yukarı su havzalarında su bentlerinin yetersizliği, yeterli orman ve bitki örtüsünün olmayışı, bazı derelerin birleştirilme ve suyun doğal yatağının bozulması, cadde ve sokakların asfalt-betonla kaplanarak suyun yeraltına girişinin engellenmesi, yüzey sularının iyi drene edilemeyişi vb. nedenler taşkın alanlarının oluşmasının başlıca sebepleridir.

1995 yılında Karşıyaka-Örnekköy bölgesinde meydana gelen taşkında 61 kişi ölmüş, büyük miktarlarda mal kayıpları olmuş, işyerleri zarar görmüş ve şehir içi ulaşım aksamıştır. Dereler yatakları doğal halinden uzaklaştırılmış, daraltılmış ve geniş alanlar su altında kalmıştır. Bu bölgede dere yatakları hala yeterli genişlikte değildir. 18.12.2001 Çiğli ve Karşıyaka'da A.O.S.B.'de derelerin taşmasıyla 750 konut ve 80 civarında işletme hafif ve orta seviyede su baskınına maruz kalmıştır. Bu örnekler çoğaltılabilir. Yerel yöneticiler, bu sorunların çözümü için yıllardır çalışmaktadır. Bugün Poligon deresinde alınan önlemlerle artık taşkınlar önlenmiş, İZSU inşaat atıklarıyla derelerin doldurulmasını engellemiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir ve çevresi, aktif tektonik ve depremsellik açısından Ege Bölgesi'nin bir parçasıdır. Kentimiz, tarihsel dönemden beri oluşan şiddetli depremlerden etkilenmektedir. Deprem üreten fayların çoğu kısa olmakla birlikte, Ege Denizi ve Karaburun civarında nispeten daha uzun doğrultu atımlı fayların varlığı, kentimizin depremselliği açısından büyük önem taşır. Özellikle, kent yerleşim yerlerinin % 50 den fazlasının alüvyonal alanlarda olması kentimiz için bu riski daha da artırmaktadır. Ege Denizinde 7.0 M'den daha büyük deprem olma olasılığı karasal alanlara oranla daha yüksektir. Bu durum, Ege Denizinde ve İzmir Körfezi'nde Tsunami 'de oluşturabilir. Bu nedenle, mevcut sismik kayıt istasyonlarının sayısı artırılmalı ve düzenli veri toplanmalıdır. Depremler sırasında kitle hareketlerinin olduğu ve bunların oluşumunda depremin büyüklüğünün (M) önemli olmadığı, 4,3 M'lü bir depremde de heyelanların oluşabildiği görülmüştür. Kentimizde deprem, heyelan ve taşkın alanları gibi doğal olaylarla ilgili olarak alınması gereken önlemleri iki grupta toplayabiliriz. Birincisi; yapılaşma öncesi, ikincisi; yapılaşma sırasında alınması gereken önlemlerdir. Örneğin konutlar 7-7.5 M büyüklüğündeki bir depreme dayanıklı olarak yapılmalı, mevcut yapılar güçlendirilmeli ve halk bu konuda eğitilerek bilinçli hale getirilmelidir.

Çarpık kentleşme, taşkın alanlarının gecekondularca işgal edilmesi, kentimiz çevresindeki ormansız alanlarda toprak ve bitki örtüsünün gelişmemiş olması gibi nedenler, taşkın alanlarının oluşumunda önemli rol oynamaktadır. İzmir'de yağmur rejiminin genelde kısa süreli ve şiddetli olması suların toplanma süresini kısalmaktadır. Bu yüzden, şehir çevresine orman dikilmeli, dere ıslah çalışmalarına devam edilmeli, yatağı bozulan dereler tekrar doğal haline getirilmeli, dere yataklarına yeteri kadar bent ve gölet (su tutucular) yapılmalıdır. Aşırı yağış ve şiddetli lodosta deniz suyunun yükselmesiyle su altında kalan bölgeler (Ör:

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Mavişehir, Alsancak) için önlem alınmalı, yolların ortası kenarlara doğru eğimli olmalı ve sular yol kenarlarından drene olabilmelidir. Bütün bunlar göstermektedir ki, kentimizin doğal afetler konusundaki problemleri hemen çözülebilecek kadar kolay değildir. Bili bir plan ve yüklü miktarlarda para gereklidir. Ancak, sorunları çözebilmek için de uzun vadeli projeler hazırlayıp bir an önce kararlılıkla uygulamak kaçınılmazdır.

## KAYNAKLAR

Aksu, A.E., Piper, D.J.W. ve Konuk, T., 1987. Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, western Turkey, *Marine Geology*, 76,89-104.

Avşar, M., (1997). General Assessment Of Landslides İn İzmir Metropolitan Area, Yüksek Lisans Tezi, 108 s,Ek-1.

Avşar, M. ve Türk, N. (1997). Ege Bölgesinde meydana gelmiş olan depremlerle heyelanlar arasındaki ilişkiler, 1-7 s.

Barka, A. ve Reilinger, R. (1997). Active tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annelis de Geofisica*, 40, 3, 587-610.

Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F., 2005. İzmir yakın çevresinin diri fayları deprem potansiyelleri, MTA Genel Müdürlüğü, Rp: NO:10754, 1-80.

Erdoğan, B., 1990.İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi,TPJD bülteni, 2,1 20.

Ergünay, O.-Bayülke, N.-Gençoğlu, S., 1974. 1 Şubat 1974 İzmir Depremi Raporu. T.C. İmar İskân Bakanlığı Deprem Araştırma, Ankara.

Eşder, T., (1988).Gümüldür-Cumaovası (İzmir) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırılması, doktora tezi, İstanbul üniv. Fen Bil. Enst. Jeoloji Müh. Böl. Anabilim Dalı, 401 s.

Dewey, J. F. ve Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geological Society of American Bulletin*, 90, 84-92.

Erdoğan, B., 1990, İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi, TPTJ Bülteni, 2,1 20.

<http://wwwneic.cr.usgs.gov/neis/bulletin/bulletin.html>.

İDSDMP: İzmir Deprem Senaryosu Deprem Master Planı, <http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/izmirrapor.htm>

İnci, U., Sözbilir, H., Sümer, Ö. Ve Erkül, F., 2003. Urla-Balıkesir arası depremlerin nedeni fosil bir fay, Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi, 21 haziran 2003, 7-8.

Kaya, O., 1979, Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. TJK Bülteni, 22,35-58.

KOERI: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, <http://koeri.boun.edu.tr>

Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1979). The hellenic arc and trench system: A key to the tectonic evolution of the Eastern Mediterranean Area, Tectonophysics, 60, 1-42.

Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1981). The Aegean Sea, Philosophical Transactions of Royal Society, 300, 357-372.

McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Urkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. ve Veis, G. (2000). Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, Journal of Geophysical Research, 105, B3, 5695-5719.

McKenzie, D.P. (1972). Active tectonics of Mediterranean Region, Geophysical Journal of Royal Astronomical Society, 30, 109-185.

McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine Himalaya Belt: the Aegean Sea and surrounding regions, Geophysical Journal of Royal Astronomical Society., 55, 217-254.

McKenzie, D.P. ve Yılmaz, Y. (1991). Deformation and Volcanism in Western Turkey and the Aegean, Bulletin Technical University, 44, 345-373, İstanbul.

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, 2004, Neotectonic in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence strike-slip faulting in the Aegean extensional province. Tectonophysics, 391, 67-81.

Ocakoğlu, N. ve Demirbağ, E., 2005. İzmir körfezi ve dolaylarının aktif tektonizmasının sismik yansımaya verileri ile incelenmesi, İtüdergisi/d, cilt:4, sayı:6,

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. Ve Kuşçu, 2005, Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): evidence strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. Marine Geology, 219, 155, 171.

Şaroğlu, F.-Ö. Emre-A. Kuşçu, İ., 1992. Türkiye'nin Diri Fay Haritası. Ölçek: 1/1000000. Ankara.

Sezer, L.İ., 1998c. 'Isparta-Burdur sismotektonik yöresinde depremsellik ve deprem Riski'. İsparta'nın Dünü, Bugünü ve Yarını Sempozyumu II 16-17 Mayıs 1998 Bildiri Özetleri, Isparta.

Sezer, L.İ., 2003a. İzmir ve Van Sismotektonik Yörelerinin Sismisite ve Deprem Riski Bakımından Karşılaştırmalı İncelemesi. E.Ü. Araştırma Fonu 1998/EDB/04 No.lu Proje, İzmir.

Sezer, L., İ., 2005, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü 14 2-5 Haziran 2005.

Sözbilir, H., Erkül, F. Ve Sümer, Ö., 2003. Gümüldür (İzmir) ve Bigadiç (Balıkesir) arasında uzanan Miyosen Sonrası Yaşlı KD-Doğrultulu accommodation Zonuna ait saha verileri, Batı Anadolu: 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 85-86, Ankara.

Şengör, A., M., C, Görür, N., Şaroğlu, F. (1985). Strike-Slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a Case Study, in Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Eds. Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 227-64.

Tabban, A.-S. Gencoğlu, 1975. Deprem ve Parametreleri. İmar ve İskân Bakanlığı Afet İşl. Gn. Müd. Deprem Arşt. Enst.Yay. Ankara.

Tan, O. ve Taymaz, T., 2003. Seismotectonics of Karaburun Peninsula and Kuşadası Gulf: source parameters of april 2, 1996 Kuşadası Gulf and april 10, 2003 seferihisar (İzmir) earthquakes. International Workshop on the North Anatolian, East anatolian and Dead sea Fault Systems: racent Progress in Tectonics and paleosismology and Field training Course in Paleosismology, Middle East Technical University (METU), 31 august-12 September 2003. Abstract volume, p. 147, Ankara.

Taymaz, T., Jackson, J., A., McKenzie, D. (1991). Active tectonics of the north and Central Aegean Sea, Geophysical Journal of Interiour, 106, 433-490.

Tezcan, S.-Acar, Y., Çivi, A., (1979). 'İstanbul için deprem riski analizi'. Deprem Araştırma Bülteni 26, 5-34.

Türkelli, N., Kalafat, D. ve İnce Ş.,1990, 6 Kasım 1992 İzmir depremi ve artçı şokları. Deprem Araştırma Bülteni, 68, 58-95 , N., Kalafat, D. Ve Gündoğdu, O., (1995). 6 Kasım 1992 İzmir (Doğanbeyli) depremi saha gözlemleri ve odak mekanizma çözümü. Jeofizik, 9,10,343-348.

United States Geological Survey-US National Earthquake Information Center (USGS).  
United States Geological Survey-US National Earthquake Information Center (USGS).

## İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI BÜNYESİNDE KURULAN AFET HAZIRLIK MÜDAHALE KURULU' NUN AMAÇLARI VE ÇALIŞMALARI

Abdullah İNCİR  
İnşaat Mühendisi  
abdullah.incir@imoizmir.org.tr

### 1. GİRİŞ

Afet riskinin yüksek olduğu ülkemizde, afetlere hazırlık ve müdahale İMO' nun aktif bir görev üstlenebilmesinde gerekli alt yapıyı hazırlamak, afet durumunda yaşanabilecek sıkıntılara ve sonuçlara müdahil olabilmeyi sağlamak için 39. Dönem Yönetim Kurulu (2004 – 2006) döneminde Afet Hazırlık Müdahale Kurulu oluşturulmuştur.

Meslek örgütümüzün deprem, sel, toprak kayması sonucunda zarar gören yurttaşlarımıza sunduğu kamu hizmetlerinden biri ve öncelikli olanı barınma ihtiyacının giderilmesine yönelik yapısal güvenliğin tespiti olmaktadır.

Geçmişte yaşanan olumsuzlukların bir daha tekrar etmemesi ve bu hizmetin doğru ve bilimsel temellere dayandırılabilmesi, meslek örgütlerinin, İMO Şube ve Temsilciliklerinin hazırlıklı olması ile mümkün olabilir.

40. Dönem Yönetim Kurulu döneminde (2006– 2008)“Afet Hazırlık ve Müdahale Yönergesi” ile “Afet Hazırlık ve Müdahale Yönergesi Uygulama Esasları” yürürlüğe girmiştir. Bu bildiride bunlar anlatılacaktır.

### 2. YÖNERGE

Hazırlanan yönergenin giriş kısmında belirtildiği gibi oluşturulan Afet Hazırlık ve Müdahale Kurulunun ( A.H.M.K. ) başta gelen hedefleri;

- Gerekli çalışmaları yaparak İnşaat Mühendisleri Odası' nın Merkez, Şube ve Temsilcilik örgütleri ile afetlere hazırlıklı olmasını sürekli kılmak.
- Değişik afet ve kaza durumlarında yapılacak işleri tanımlamak, uygulama esaslarını ve kamuoyunu bilgilendirmede uyulacak ilke ve kuralları düzenlemek olarak belirlenmiştir.

#### Amaç

Yönergenin Amacı: Bir afet ya da kaza anında veya sonrasında İMO' nun örgütsel faaliyetini sağlamak, topluma kamuya hizmet verebilmek için gerekli düzenin oluşturulması ve bu düzenin işleyiş ilkelerinin belirlenmesi.

## Kuruluşun Yapısı ve Çalışma Yöntemi

Kurul İMO Yönetim Kurulu tarafından seçilen en az beş üyeden oluşur. Bu üyelerin yanı sıra İMO Yönetim Kurulunun bir üyesi de çalışmalara katılır. Afet ya da bir kaza anında kurulun kendiliğinden ve olayın yaşandığı örgüt biriminde, mümkün olamıyorsa en yakın birimde toplanması öngörülmüştür. Toplantı sırasında hazırlanacak bir “eylem planı” doğrultusunda Merkez, Şubeler ve Temsilcilikler tarafından yapılacak iş ve görevlerin belirlenmesi düşünülmüştür.

## Kurulun Görev ve Sorumlulukları

- a) Afete Hazırlık ve Uygulama Yönergesinin kendisi ile ilgili görevlerini yerine getirir.
- b) Yönergenin eki olarak çıkarılan uygulama esaslarının yürütülmesini gözetir.
- c) Afete dönük eğitim programları hazırlar ve organize eder.
- d) Afet senaryoları ve tatbikatlar düzenler, bunları İMO ile koordineli biçimde yürütür.
- e) İMO Yönetim Kurulunun bilgisi dâhilinde ilgili kurumlarla afet konularında bağlantı kurar.
- f) İMO Yönetim Kurulunun bilgisi dâhilinde diğer meslek odaları ile yönerge çerçevesinde ilişki kurar.
- g) İstatistikî veri ve bilgilerin toplanması için çalışmalar yapar.

Kurul yaptığı çalışmalar sonunda İMO birimlerinin bir afet ve kaza durumunda nasıl hareket edeceğini belirlemiştir.

- I. Enkaz altında kalmış kişilerin kurtarılması çalışmalarında yapı taşıyıcı sistemi açısından teknik destek verilmesi.
- II. Etki alanının ve hasarın genel düzeyinin belirlenmesi.
- III. Afet bölgesinde etkilenen alt ve üst yapılardaki hasarın tespiti ve yapısal güvenliğin belirlenmesine yardımcı olmak. Örneğin afet, can kaybına yol açmamıştır. Ancak insanların hayatını sürdürmesine engel olacak elektrik, su şebekesi veya kanalizasyon gibi altyapı hasarı oluşmuş olabilir. Bu hasarların belirlenmesi ve kayıt altına alınması gerekebilir.
- IV. Afet ya da kazanın oluş nedenlerinin belirlenmesi için olay yerinde inceleme yapılması. Burada amaç hasara neden olan etkenlerin yani; kötü malzeme, proje dışı uygulama ya da projede öngörülmeyen aşırı yüklenme vs. gibi etkenlerin ortaya çıkarılmasıdır.
- V. Afet ya da kazadan inşaat mühendisliği alt ve üst yapıların güvenilirliği ve kamuoyu açısından alınacak dersleri belirlemeye yönelik görsel doküman sağlamak.

Afetlerde hasar tespiti ve bilirkişilik çalışmalarında yaşanan sıkıntılar ile bunların hem toplum ve hem de meslektaşlarımız açısından yarattığı sonuçlar göz önüne alınarak bir daha yaşanmamasına yönelik hazırlıkları yapmak, kriterler ile usul ve esasları belirlemek ve İMO Yönetim Kuruluna önermek görev alacak meslektaşları hazırlamak üzere çalışma yapmak da kurulun görevidir.

Yönergede İMO’ nun girişimini gerektiren afet, kaza ve diğer olayların boyutları verilmiştir. Genel olarak afetin yol açtığı hasarın boyutu belirleyici kriter olmuştur.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



- Magnitüdü 5.0 ve daha büyük olan veya daha küçük olup da can kaybı yaratan önemli üst ve alt yapı hasarına yol açmış depremler.
- Yerleşim bölgelerinde yaşanan ve genel hayatı, yapıları, ulaşım ve alt yapı tesislerini etkileyen boyutta olan su baskınları.
- Yağış sonucu oluşan toprak kaymaları.
- Kar yükünün yoğunlaşması ve kayması ile ayrılmış kayaların zeminden kopması.
- Herhangi bir nedenle insan faaliyetlerinin olduğu yerlerde ve orman alanlarında meydana gelen yangınlar.
- Mühendislik yapım ve kullanım hatasından kaynaklanan her türlü hasar, göçme ve kazalar.

Yukarıda sıralanan olaylara müdahale edip hizmet verecek, alanında uzmanlaşmış ve deneyimli mühendisler başkanlığında hizmet verecek mühendislerden oluşan ekipler listesi hazırlanacak, bu kişiler eğitilecek ve donatılacaktır. Belirlenen listeler güncellenecek bunlar kontrol edilecek yenilenecek ve böylece acil durumda süratle hareket edilmesi sağlanacaktır. Bu listeler İMO Merkezinin yanı sıra ilgili İMO birimlerinde de bulundurulacak ve ilgili kurum, kuruluş, yerel yönetimler ile TMMOB İKK( İl Koordinasyon Kurulu ) larına da iletilecektir.

Yapılacak görevlendirmelerde uzmanlık alanları dört ana başlık altında toplanmıştır.

- **Taşıyıcı Sistem Tasarımı**

Yapı hasarlarının ve yıkımlarının nedenlerini belirleme hasar tespiti, yapı güvenliğinin belirlenmesi.

- **Geoteknik**

Zemin yapı etkileşimi, yerel zemin koşulları, zemin büyütmesi ve bunların hasara etkisinin belirlenmesi ve incelenmesinde.

- **Hidroloji ve Akışkanlar Mekaniği**

Su, liman ve kıyı yapılarındaki hasarın, su baskınlarının değerlendirilmesi.

- **Yapı Malzemesi**

Hasarlı ya da yıkılmış yapıların taşıyıcı sistemine ait yapı elemanlarının donanım ve diğer özellikleri ile ilgili inceleme ve değerlendirmeler için görevlendirilir.

## 2.4. Eylem Planı ve Esasları

Bir afet sonrasında kurul aşağıdaki konuları içeren bir eylem planı hazırlayacaktır.

- Olay yerine en yakın Şube ya da Temsilcilik ile bağlantı kurularak bilgi alınacaktır.
- Şube ve Temsilcilikler de talep beklenmeksizin kurula olayla ilgili bilgi verecektir.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- Kurulun da önerileri doğrultusunda Şube ve Temsilcilikler önceden belirlenen uzmanları göreve çağıracaktır.
- Özellikle kentlerde yaşanan afetlerde olayın boyutları yerel örgüt birimlerinin olanaklarını aşacağından, ilk müdahaleyi hangi birimin yapacağı önceden belirlenecektir.
- Afette görevlendirilen ekiplerin donanımları gözden geçirilecek, toplanması gereken veri cinsleri belirlenecektir.
- Yapı hasarı var ise ve bunun yapı malzemesinden kaynaklandığı şüphesi oluşmuşsa, gereğinde beton ve donatı örnekleri alınacaktır.
- Ekiplerin ulaşım ve konaklama programları hazırlanacak, gereken kaynaklar ile olanaklar sağlanacak ve planlanacaktır.
- Görevlendirilecek kişilere hayat sigortası yaptırılacak ve tanıtıcı özel yetki belgesi verilecektir.
- İMO birimleri ve ekipler; suç duyurusu ve savcılığa ihbar yapabilecek, valilik ve belediyeye bilgilendirmede bulunabilecektir.

Hazırlanan yönergede ayrıca yapılacak açıklama ve yayınların kimler tarafından ve nasıl yapılacağı bir prosedüre bağlanmıştır.

Yapılacak açıklamalar 1- kısa vadeli 2- uzun vadeli açıklamalar olarak sınıflandırılmıştır.

Yaşanan afetle ilgili temin edilen bilgiler İMO tarafından yapılacak teknik düzeyi yüksek merkezi bir yayımla meslektaşlara duyurulacaktır.

Afet ve kaza ile ilgili yerel ve ulusal basında çıkan yazılar, görüntüler, ekip raporları, formları, resimler ve malzeme örneklerine ait deney raporları Genel Merkezde oluşturulacak arşivde kurul adına saklanacaktır.

### 3. UYGULAMA ESASLARI

Uygulama esasları olarak hazırlanan bu metin YÖNERGE' nin eki olup İMO' nun örgüt birimlerinin AHMK' unun ve görevlendirilecek üyelerin Afetlere Hazırlık ve Müdahale kapsamında yapacakları çalışmalar ile verilecek hizmetlerde uyulacak esasları, kuralları, yetki ve sorumlulukları belirlemek üzere hazırlanmıştır.

#### 3.1. Kapsam

Yönergenin amaç maddesinde belirtildiği üzere yapılacaklar iki başlık altında toplanmaktadır.

Kurumsal hazırlıklar, Afete Hazırlık ve Müdahale Örgütlenmesi ve uygulaması.

##### 3.1.1. Kurumsal Hazırlıklar

Kurumsal hazırlıklarda ana hedef bir afet durumunda İMO örgütünün çalışmalarının aksamadan devam etmesinin sağlanmasıdır. Bu çerçevede öncelikle;

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- Hizmet mekanlarının yapısal güvenilirliğinin tespiti ve sağlanması.
- Afet durumunda kullanılacak yedek mekanın belirlenmesi ve temini.
- Afet durumunda örgütsel işleyişin devamı için gerekli hazırlıkların yapılması her türlü yedekleme ( arşiv- bilgisayar vb. ).
- Ulaşım haberleşme olanaklarının afet sonrasında da kullanılabilir şekilde geliştirilmesi.
- Jeneratör temini.
- Ulaşım aracı olanaklarının belirlenmesi.

Bunların temininde örgüt kaynaklarının kullanılmasının yanı sıra kamu olanaklarından tahsis ile yararlanma veya üyelerin olanaklarının kullanılması gibi alternatiflerin mümkün olduğu kadar değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

### 3.1.2. Afet Hazırlık ve Müdahale Örgütlenmesi

Bu örgütlenmenin ilk adımı olarak İMO Afet Hazırlık ve Müdahale Kurulu oluşturulacak, daha sonra Şubelerden bir Yönetim Kurulu üyesi başkanlığındaki 3 kişilik bir A.H.M. Komisyonu ve Temsilciliklerde de temsilciler ile birlikte o Şube bölgesindeki uygulamalardan sorumlu olacaklardır.

Afet sonrası ekiplerin çalışmasını kolaylaştırmak amacıyla A.H.M.K. üyeleri ile Şube ve Temsilciliklerdeki sorumlular İMO Genel Merkez tarafından verilmiş hamilini tanımlayan fotoğraflı birer kimlik ile görev belgesi taşıyacaklardır. Yine afet durumunda araç görev kartı vb. düzenlenecektir.

Kurul ve ekiplerin çalışmalarını kolaylaştırmak üzere kamu kurumları nezdinde gereken her türlü girişim önceden İMO Genel Merkezi tarafından yapılacaktır.

Ekiplerin bulunduracağı ekipmanlar da belirlenmiş ve Şubelerin bunları bir afeti beklemeksizin temin etmelerinin gerektiği vurgulanmıştır.

Bunlar;

- Baret, bot ya da çizme, yağmurluk, kaban ( İMO amblemlili )
- Çadır
- Ahşap ( katlanır ) metre
- 1-1,5 kg' lık çekiç
- Jalon, şakül, su terazisi ve düdük
- Şarjlı fener ( mümkün ise güneş ışığı ile şarj olan )
- Dijital fotoğraf makinası, yeterli yedek pil ve hafıza kartı
- Profometre ve schimodt ( beton test ) çekici
- GPS ( küresel konum belirleyici )
- Portatif jeneratör
- Ulaşım aracı olanaklarının tespiti olarak sıralanmıştır.

### 3.2. Afete Hazırlık ve Müdahale Eğitimi

Yukarıda sıralanan kurumsal ve örgütsel hazırlıkların yapılabilmesi için İMO afete müdahale edecek ekiplere yönelik bir dizi eğitim yapacaktır. Eğitim programları A.H.M.K. tarafından hazırlanacak, eğitimlerin düzenlenmesi ve gerçekleştirilmesinde İMO Mesleki Eğitim Kurulu ile birlikte davranılacaktır.

Afet hazırlık ve müdahale kapsamında iki tür eğitim yapılacaktır.

Bu eğitimler örgüt içi eğitim, sahada görev alacaklar için eğitimidir.

#### 3.2.1. Örgüt İçi Eğitim

Bu eğitim seçilmiş ve atanmış tüm birim yöneticileri ile personelimizin güvenliğini ve örgütsel faaliyetlerin sürekliliğini sağlamanın gerekli konularını kapsayacaktır. Eğitim çalışmalarını her iki yılda bir dönemsel olarak tekrarlanacaktır.

#### 3.2.2. Sahada Görev Alacaklar İçin Eğitim

İMO; A.H.M.K. yönergesindeki esaslar dahilinde çalışmalarında görev verilecek tüm üyelere eğitim verecektir. Bu eğitim kapsamında ise afet senaryoları ve tatbikatlar düzenlenecektir.

### 3.3. Afete Müdahale Uygulaması

Burada da görev alacak ekiplerin yapısı, ne tür üyelere oluşacağı ve nasıl hareket edecekleri yetki ve sorumlulukları tanımlanmıştır. Ayrıca afet durumunda harekete geçme, bölgeye intikal ve görevlendirmeler başlığı altında kurul üyelerinin talep beklemeksizin bölgeye intikal edeceği vurgulanmıştır. Tüm bu eylemler İMO Merkezinin bilgisi dahilinde yürütülecektir.

Müdahale kapsamında karar alma süreci ve saha çalışmalarının çerçevesi çizilmiş ve tüm saha çalışmaları ile raporlamanın yapılacağı formlar hazırlanmıştır.

Bu formlar;

- A.H.M.K. yönergesi denetleme formu
- Afet ön haber formu
- Araç görev belgesi
- Bildirim formu
- Ekip saha raporu
- Görevlendirme belgesi
- A.H.M.K. görevli bilgi formu
- Hasar tespit formu
- Hasar tespit raporu
- Afet tanıklığı görüşme formu
- Teslim tutanağı

### 3.4. Afet Sonrası Çalışmalar

İMO tüm bu toplanan formlar, raporlar ve yaşanan olaylardan elde edilen verilerin paylaşılması, kamuoyunun ve üyelerimizin bilgilendirilmesi amacıyla merkezi yayınlar yapılmasını hedeflemektedir.

### 3.5. Denetim

Denetim; A.H.M.K. yönergesi ve uygulama esaslarının İMO birimlerinde hayata geçirilmesi için yapılır. Sistemin yeterliliği, uygunluğu ve etkinliğinin incelenmesi uygunsuzlukların ve eksikliklerin giderilmesi hedeflenmiştir.

## 4. SONUÇ

Afetler birer doğa olayıdır. Bunu engelleyemeyiz. Ancak oluşacak hasarları azaltabiliriz. Bunun için bu işe duyarlı olan tüm kuruluşlarımızın; öncelikle il bazında örgütlenmesi; bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi ve bunu toplumumuza yansıtması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası “Afet Hazırlık ve Müdahale Yönergesi”

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası “Afet Hazırlık ve Müdahale Yönergesi Uygulama Esasları

TMMOB Afet Sempozyumu 5 – 7 Aralık 2007 ANKARA.”

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI  
AFET HAZIRLIK VE MÜDAHALE KURULU  
**GÖREVLİ BİLGİ FORMU**

**GÖREVLİ ÜYENİN**

Adı Soyadı : .....  
Sicil No : .....  
Birimi : .....  
Görevi : .....  
Uzmanlığı : .....  
Ev Adresi : .....  
İş Adresi : .....  
Ev Tel. No : .....  
İş Tel. No : .....  
GSM No : .....  
e-posta adresi:.....

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

HASAR TESBİT FORMU\*

No Sıra:.....

İli :.....  
İlçesi :.....  
Mahallesi :.....  
Sokağı :.....  
Kapı No :.....  
Ada-Pafta-Parsel No:.....  
Yapım Yılı :.....  
GPS Koordinatları : X ..... Y .....

Kullanım Amacı :Konut Konut+İşyeri İşyeri  
Kamu Hizmet Binası Sanayi Yapısı Ağıl-Kümes

Kat Adedi :.....  
Bir Katın Alanı :.....

Yapı Türü :Yığma Ahşap BA Prefabrik  
Çelik Karkas

Taşıyıcı Sistem :Kat Çerçeve Perdeli Çerçeve BA Perde

Döşeme Türü :Plak Asmolen Mantar Kaset Ahşap Diğer  
Zemin(Gözlem yazılacak ) :.....

Temel Şekli :Tekil Sürekli Tekil+Sürekli  
Radye Kazıklı

Yapısal Düzensizlik : Var Yok  
Düzensizlik Türü :(yazılacak).....

Hasar Gözlemi :  
Tam Göçme Kısmi Göçme Ağır Hasar  
Orta Hasar Hafif Hasar Hasarsız

Yapı Hakkında Kanaat: Kullanılabilir Detaylı İncelenmeli Kullanılamaz  
Ekip Gözlemleri : Bu bölüme ekipler hasara neden olduğunu düşündükleri  
şeyleri yazacaklardır.(amaç dışı kullanım, imar durumuna uygunluk, yapısal düzensizlik  
türü, hasar türleri ve nerederde oluştuğu, kısmen işyeri ise bunun hasara etkisi, malzeme  
özellikleri, tadilat, güçlendirme, hasara neden olabilecek ikincil etmenler vb)  
.....

**Tesbiti Yapanlar:**  
Bağlı Oldukları İMO Birimi :.....  
Tarih : .....  
İsim : .....  
İmza : .....

\* Bu formdaki bilgiler ekibin raporuna da aktarılacaktır.

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

AFET TANIKLIĞI  
GÖRÜŞME FORMU

İli :  
İlçesi :  
Mahallesi :  
Tanığın  
Adı-Soyadı :  
Ek Bilgileri :

Görüşmeyi Yapanlar:.....  
:.....  
:.....

Tarih :  
Saat :  
Görüşme Yapılan Yer:.....

Görüşme Kayıtları :  
Ses :  
Fotoğraf :  
Video :

**Tanıklık Hakkında Notlar:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Tanık**

**Görüşmeyi Yapanlar**

(İsim/İmza)

(İsim/İmza)

(İsim/İmza)

(İsim/İmza)



TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

**TESLİM TUTANAĞI\***

Görev Yapılan Olay :.....  
Görev Tarihi-Süresi :.....  
Bağlı Oldukları İMO Birimi :.....

**Ekip Üyeleri**

Sorumlu :.....  
Üye :.....  
Üye :.....

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası AHMK Yönergesi çerçevesinde yaptığımız çalışmalara ilişkin olarak aşağıda sıralanan doküman/malzeme/ekipmanları teslim ettiğimize ilişkin bu tutanağı üç kopya olarak tanzim ederek imzalamış bulunuyoruz.

Tarih :.....  
Teslim Yeri :.....

**Teslim Edenler:**

İsim : .....  
İmza : .....

**Teslim Alan:**

İsim : ..... İmza : .....

**Teslim Edilen Doküman/Malzeme/Ekipmanlar:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

\* Üç kopya olarak düzenlenecek olan bu tutanağın birer kopyası düzenleyenlerde kalacak, üçüncü kopya ekibin raporuna eklenecektir.

**TMMOB**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**  
**AFET ÖN HABER FORMU\***

AFETİN TÜRÜ	.....
OLUŞ TARİHİ VE SAATİ	.....
İLİ	.....
İLÇESİ	.....
MAHALLESİ-KÖYÜ-MEZRASI	.....
HANE SAYISI	.....
NÜFUSU	.....
HASAR DURUMU(KONUT)	.....
YIKIK-AĞIR HASARLI	.....
ORTA HASARLI	.....
AZ HASARLI	.....
HASAR DURUMU(DİĞER)	.....
YIKIK-AĞIR HASARLI	.....
ORTA HASARLI	.....
AZ HASARLI	.....
AÇIKTA KALAN AİLE SAYISI	.....
ÖLÜ SAYISI	.....
YARALI SAYISI	.....
ULAŞIM DURUMU	.....
İHTİYAÇLAR/TALEPLER	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
HABERİ VEREN BİRİM	.....
GÖREVLİ KİŞİ	.....
TARİH	.....
İMZA	.....

\* Bu form afet yaşanan İMO birimi tarafından AHMK Yönergesi gereğince gecikmeksizin düzenlenecek İMO Genel Merkezi'ne iletilecektir.

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

**ARAÇ GÖREV BELGESİ**

**GÖREVLENDİRİLEN OLAY** : .....

**GÖREV ARACININ**

**Plaka Numarası** : .....

**Marka ve Model** : .....

**Sahibi** : .....

**Stgorta Polçe Numarası** : .....

**Stgorta Geçerlilik Tarihi** : .....

**Araç Sürücüsünün**

**Adı Soyadı** : .....

**ARAÇ SORUMLUSUNUN**

**Adı Soyadı** : .....

**Sicil No** : .....

**Birimi** : .....

**Görevi** : .....

**Görevlendirme Tarihi** : .....

**Görev Süresi** : .....

Yukarıda bilgileri verilen araç TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Afet Hazırlık ve Müdahale Kurulu Yönergesi çerçevesinde görevlendirilmiş olup bu belge Araç Sorumlusuna verilmiş fotoğraflı özel kimlik ile birlikte ve belirtilen süre ve olay için geçerlidir.

Şube Başkanı  
(imza-mühür)

(Bu belgenin birlikte geçerli olacağı özel kimlik İMO üye kimliğinden türetilecektir.)



TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

**AHMK YÖNERGESİ DENETLEME FORMU\***

**DENETLENEN İMO BİRİMİ:**.....

**HİZMET MEKANI BİLGİLERİ**

MEKANIN MÜLKİYETİ : KİRA MÜLK

TAPU KAYIT BİLGİLERİ :.....

YAPININ YAŞI :.....

PROJESİ VAR MI? : EVET HAYIR

PROJE GÜNCEL Mİ? : EVET HAYIR

DÖNEMİN YÖNETMELİĞİNE\*\* : UYGUN DEĞİL

YAPISAL RİSK ANALİZİ : YAPILMIŞ YAPILMAMIŞ

ANALİZİN SONUCU :.....

YAPILAN İŞLEM :.....

AFET DURUMUNDA KULLANILACAK

MEKANIN TEMİNİ : YAPILMIŞ YAPILMAMIŞ

MEKANIN ADRESİ :.....

**PERSONEL BİLGİLERİ**

AFET EĞİTİMİ ALMIŞ MI? : EVET HAYIR

YEDEKLENMİŞ Mİ? : EVET HAYIR

AFETTE NE YAPACAĞINI : BİLİYOR BİLMİYOR

**BİRİM HAZIRLIKLARI**

AHMK YÖNERGESİ'NİN GEREKLERİ OLARAK:

BİRİM KOMİSYONU : KURULMUŞ KURULMAMIŞ

DÖKÜMAN TEMİNİ : YAPILMIŞ YAPILMAMIŞ

ARŞİV VE BİLGİ YEDEKLEME : YAPILMIŞ YAPILMAMIŞ

EKİPLER : KURULMUŞ KURULMAMIŞ

EKİPMANLAR : HAZIR DEĞİL

ULAŞIM OLANAKLARI : HAZIR DEĞİL

TARİH :.....

DENETÇİ :..... BİRİM YETKİLİSİ :.....

İMZA :..... İMZA :.....

\* AHMK Yönergesi gereği yapılacak denetimlerde sorgulamaya ilişkin durum-belgeler görülecek bu form tanzim edilecektir.

\*\* Yapının inşa edildiği dönemde geçerli olan yönetmelik.

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

**EKİP SAHA RAPORU\***

Görev Yapılan Olay :.....  
Görev Tarihi-Süresi :.....  
Bağlı Oldukları İMO Birimi :.....

**Ekip Üyeleri**

Sorumlu :.....  
Üye :.....  
Üye :.....

**Görev Kapsamında Yapılan İşler:**

İncelenen Bina Sayısı :.....  
Görüşülen Tanık Sayısı :.....  
Yapılan Bildirim Sayısı :.....  
Özel Talep İle Yapılan İşler :.....  
Talepte Bulunan Kurum :.....

Görevde Kullanılan Ulaşım Olanakları :.....  
Varsa Kullanılan Özel Araç :.....  
Yapılan Toplam Kilometre :.....  
Kullanılan Ekipman :.....

Görevde Yapılan Konaklama :.....  
Görevde Yapılan Toplam Harcama :.....

Tarih : .....  
İsim : .....  
İmza : .....

**Göreve İlişkin Dokümanlar Önceden Teslim Edilmiş İse:**  
Teslim Edilen Kişi, Tarih ve Yer:.....

**\* Bu Raporun Ekleri:**

- Hasar Tesbit Formu/Formları
- Hasar Raporu/Raporları
- Bildirim Formu/Formları
- Tanıklık Görüşme Formu/Formları
- Olaya ilişkin tüm dokümanlar (belge, fotoğraflar, video kayıtları vb)
- Teslim Tutanağı

TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

**GÖREVLENDİRME BELGESİ**

**GÖREVLENDİRİLEN OLAY:**.....

**GÖREVLENDİRİLEN ÜYENİN**

**Adı Soyadı** : .....  
**Sicil No** : .....  
**Birimi** : .....  
**Görevi** : .....  
**Görevlendirme Tarihi:**.....  
**Görev Süresi** : .....

Yukarıda kimliği yazılı olan üyemiz **TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Afet Hazırlık ve Müdahale Kurulu Yönergesi** çerçevesinde görevlendirilmiş olup bu **Belge** hamiline verilmiş fotoğraflı **özel kimlik** ile birlikte ve belirtilen süre için geçerlidir.

Şube Başkanı  
(imza-mühür)

(Bu belgenin birlikte geçerli olacağı özel kimlik İMO üye kimliğinden türetilecektir.)

## YENİ YERLEŞİM ALANLARININ ZEMİN VE HEYELAN AÇISINDAN İRDELENMESİ

Doç. Dr. Gürkan ÖZDEN  
gurkan.ozden@deu.edu.tr

### 1. GİRİŞ

Yeni yerleşim alanları planlanırken birçok teknik ve sosyal disiplinden uzmanın birlikte çalışması gerekir. Şehircilik, mimarlık uzmanlarının başı çektiği bu grubun diğer üyelerini ise jeoloji, jeofizik ve inşaat mühendisleri oluşturur. Artan nüfus ve ekonomik baskılar nedeniyle geçmişte tercih edilmeyen coğrafi bölgeler günümüzde gittikçe artan bir oranda yerleşime açılır olmuştur. Bu tür bölgelerin önemli bir kısmını sahil boylarında suya doymuş ve henüz sıkışmasını tamamlamamış zemin tabakalarından oluşan alanlar oluşturmaktadır. İzmir İli bu açıdan dünya çapında bir örnek oluşturan büyük bir metropolitan alandır. Meles ve Eski Gediz Nehri Deltaları'ndaki yapılaşma günümüzde toplu konut projeleriyle önemli bir ivme kazanmış durumdadır. İzmir İli'nde ayrıca heyelanlı alanlarda da yoğun bir yapılaşma gerçekleşmiştir. Bu yapılaşmanın önemli bir bölümü Kadifekale ve civarında gecekondular halindedir. Balçova, Narlıdere ve Seferihisar bölgelerinde ise imarlı alanlarda da heyelan problemleri mevcuttur.

Suya doymuş alüvyon zeminlerde aşırı toplam ve farklı oturma, taşıma kapasitesi kaybı, sıvılaşma ve deprem büyütmesi; heyelanlı bölgelerde ise üst ve alt yapıda farklı oturma ve kayma deformasyonu tarzında gelişen zemine bağlı problemler yapılaşmada rol alan resmi ve sivil toplum örgütleri üzerinde ciddi bir baskı yaratmış olup, bu baskı arsa üretimindeki yetersizlik, geçmişteki plansızlık ve aşırı kâr hırsıyla artarak sürmektedir. Bu çalışmada yeni yerleşime açılan alanların planlanmasında zemin açısından dikkate alınması gereken hususlar bir inşaat mühendisinin bakış açısıyla ele alınmaktadır.

### 2. YENİ YERLEŞİM ALANLARINDA ZEMİN AÇISINDAN DİKKATE ALINMASI GEREKEN HUSUSLAR

Bir mühendislik yapısının tasarım ve inşaatında önemli adımlardan birisi yapı yüklerini zemine güvenle aktarabilecek bir temel sisteminin seçimi; bu sistemin zemin ve üst yapı ile uyum içinde çalışmasının sağlanmasıdır. Tasarımcı mühendisin zemini de beton, çelik ve ahşap gibi bir *mühendislik malzemesi* olarak ele alması bahsedilen uyumun sağlanması için son derece önemlidir. Bir yapının yüklerini güvenle zemine aktaracak ve deprem yüklerine karşı temel sistemine kabul edilebilir bir güvenlik sağlayacak inşaat mühendisinin üstesinden gelmesi gereken problemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Üst yapı yükleri seçilen temel sistemi ile zemine aktarıldığında temel zemininde genel göçme meydana gelmeyecektir (*taşıma kapasitesi problemi*).
2. Genel göçme oluşmasa bile aktarılan yükler altında taşıyıcı zemin tabakalarında gerilme artışı meydana gelecek ve bu gerilmeler altında tabakaların deformasyonu ile üst yapı

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



oturacaktır. Oturmaların gerek can güvenliği gerekse üst yapı fonksiyonunun bozulmaması açısından öngörülen limit değerleri aşmaması gerekir. Bilhassa farklı oturma riski olabildiğince azaltılmalıdır (*oturma problemi*).

3. Dinamik yükler altında statik koşullardaki deformasyonlara ilave olarak zeminin sıkışmasına bağlı oturmalar gözlenebilir. Ayrıca suya doymuş gevşek / orta-sıkı kumlarda sıvılaşma, yumuşak killerde yumuşama ortaya çıkabilir. Bu tür deformasyon riskleri tasarımcı tarafından makul sınırlar içinde tutulmalıdır (*dinamik yüklerde zemin deformasyonu problemi*).

4. Depremlerde taban kayasındaki hareketin zemin tabakaları tarafından büyütülmesi veya sönümlenmesi sıkça gözlenmektedir. Mühendislik pratiği açısından daha çok alüvyon zeminlerde ortaya çıkan büyütme mekanizması önemlidir. Buna yanı sıra taban kayasındaki hareketin frekans içeriğinin zemin yüzeyine ulaşıncaya dek değişmesi de üst yapının depremde maruz kalacağı yüklerin hesaplanmasında ve yapısal performansın hesabında önem kazanmaktadır (*büyütme dinamik zemin davranışı problemi*).

Yukarıdaki dört ana başlığa ilave olarak yapının özelliklerine ve topografyaya bağlı olarak şev kayması gibi mekanizmalar da ortaya çıkabilir ki her birinin riski ayrı ayrı ele alınmalıdır. Ne yazık ki bilhassa deprem ve heyelan riski yüksek bölgelerde özel itina isteyen temel sistemi seçimi ve analizi sıklıkla çok üstünkörü yapılmakta ve bütün tasarım tek bir “zemin emniyet gerilmesi” parametresine indirgenmektedir. Hâlbuki zemin ne çeliğe ne de betona benzer bir mühendislik malzemesidir. Geoteknik literatürde marjinal zeminler olarak da bilinen problemlili zeminlerde yapılaşma özel yaklaşımlar gerektirir.

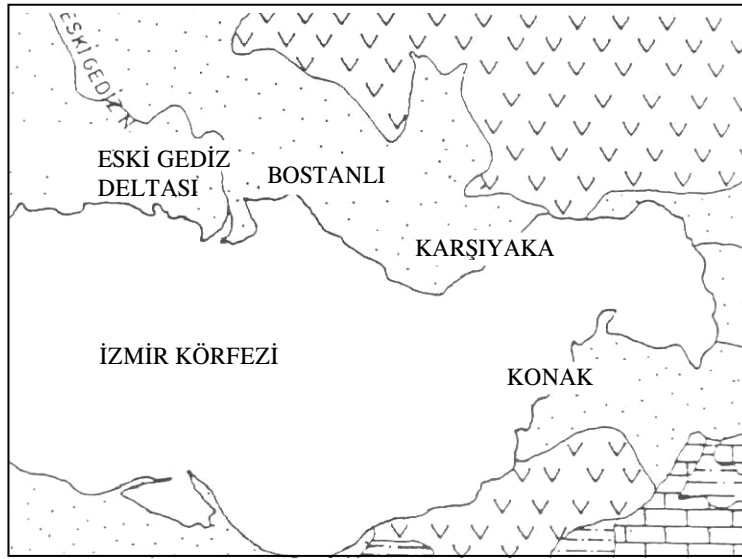
### 3. MARJİNAL ZEMİNLERDE GÜVENLİ TEMEL SİSTEMİ KRİTERLERİ

Yerel yönetimler yeni sahaları imara açmak istediklerinde, ekonomik ve rekreatif olarak en uygun seçeneklerden biri sahil boyları ve deltalar olmaktadır. Her ne kadar son yıllarda çevre koruma örgütlerince bataklık ve sulak alanların korunmasına yönelik faaliyetler başlatıldıysa da bunlardan büyük şehirlere yakın sahalar için kesin sonuç alması zor görünmektedir. Günümüzde mevcut inşaat teknolojisi ve bilgi birikimi bu tür bataklık ve sulak arazilere istenilen yapı formlarının inşaatına genelde fırsat tanımaktadır. Ancak yapılaşmada sınırların zorlanması İzmir İli’nde geriye dönüşü mümkün olmayan problemlere de yol açmıştır. Bu açıdan Kuş Cenneti’nin korunabilmiş olması başarı kabul edilmelidir.

Marjinal arazilerdeki yoğun yapılaşma A.B.D’nde yirminci yüzyılın başlarında hız kazanmış ve Boston, New York ve Cambridge gibi şehirlerde pek çok yerleşim ve sanayi bölgesi bataklık ve sulak alanlardan dolgu ve kurutma yoluyla kazanılan parsellere kurulmuştur (Rutledge, 1970). Bu saha zeminlerinin üst yapı ve dolgu yükleri altında oturma, şev kayması ve yetersiz taşıma kapasitesi şeklinde arz ettiği problemler inşaat mühendisleri ve şehir planlamacıları arasında çelişiklere yol açmıştır. Statik yükler altında görülen bu problemlere ek olarak depremlerde ortaya çıkan büyütme, sıvılaşma ve yumuşama ile bunların temel-üst yapı sistemleri üzerindeki etkileri de deprem riski taşıyan yörelerde dikkate alınmalıdır. Şehir planlamasında marjinal zeminler söz konusu olduğunda şehirciler ve inşaat mühendislerinin birlikte çalışması zorunluluk gibi görünmektedir.

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Türkiye’de 1960’lı yıllardan bu yana İstanbul, Ankara ve İzmir başta olmak üzere metropolitan alanlar hızlı ve çok planlı olmayan bir büyüme göstermiştir. Bu şehirlerin içinde İzmir, sahil boyu şeridinin uzunluğu ve Eski Gediz Nehri Deltası’nın genişliği dolayısıyla en yüksek oranda yapıyı marjinal zeminler üzerinde barındırmaktadır (Şekil 1). Özellikle Eski Gediz Nehri Deltası marjinal zemin niteliğindedir. Bu bölgedeki yerleşim Bostanlı semti ve civarında kısmen planlı gerçekleşmiştir. Toplam ve farklı oturma problemlerini istenilen limitlerde tutacak temel sistemleri bazı toplu konut alanları için uygulanmıştır. Ne var ki bu semtteki yapıların büyük çoğunluğunda zemin-yapı etkileşimi dikkate alınmayarak zaman içinde oturma problemlerine bağlı yüzlerce özrürlü yapının doğuşuna ortam sağlanmıştır (Şekil 2). Deltadaki Çiğli ve Sasalı semtlerinde yapılaşma daha çok sanayi tesisleri ağırlıklıdır. Bu bölgelerde de hatalı geoteknik uygulamalar yüzünden metre mertebelerinde oturmalar ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. İzmir Körfezi ve Eski Gediz Nehri Deltası

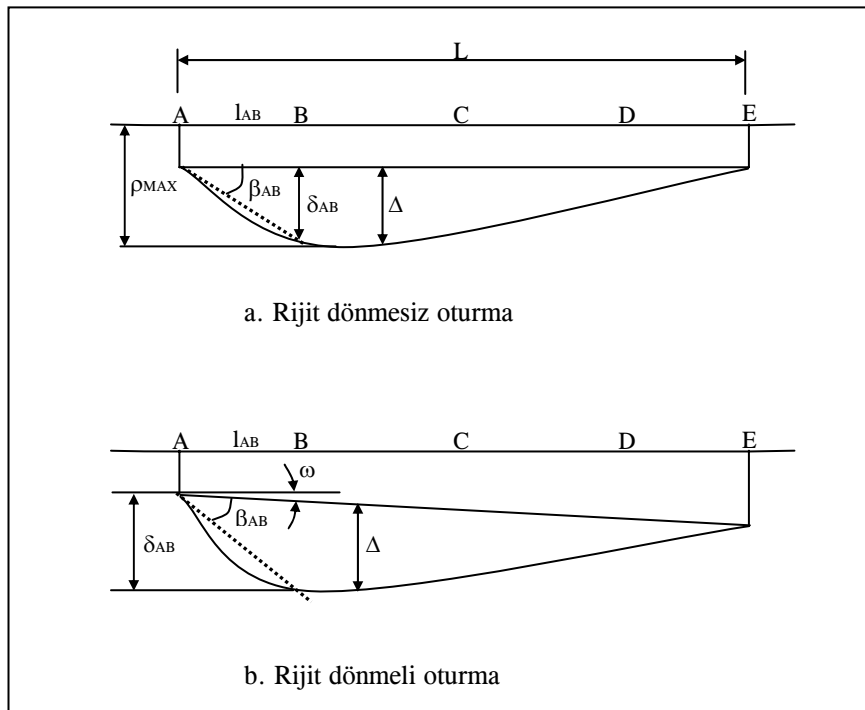
Bataklık ve sulak alanlar yerleşime açılırken yukarıda anılan zemine bağlı problemlerin kazıklı temel uygulaması ile aşılabileceği yanlış anlaşılmasının geçersizliği günümüzde anlaşılmıştır. Bir takım yüksek binalarda kazıklı temellere rağmen telafisi çok güç bir şekilde oturma problemleri tespit edilmiştir. Kazıklı temeller yüksek maliyetleri ve heybetli imalat teknolojileri nedeniyle olsa gerek, mal sahipleri ile planlamacılar arasında aşırı güven duygusu oluşturmaktadır. Bu husus marjinal zeminlerde güvenli yeni yapılaşma için bertaraf edilmesi gereken bir psikolojik bariyerdir.

Marjinal zeminlerdeki temel tasarımında belirleyici unsur yapı temel alanı içinde oluşabilecek farklı oturmaların üst yapı ve temele zarar vermeyecek sınırlar dâhilinde tutulmasıdır. Güvenli temel taban basıncına karar vermeden önce zemin taşıma kapasitesi hesabının yanı sıra oturma analizinin de yapılması gerekir. Sıfır oturma yapan ve çatlak oluşmayan bina üretimi çoğu zaman ekonomik değildir. Yumuşak kil ve gevşek kumlu zeminlere oturan temellerde tasarım ilkelerine uyularak oturmalar kontrol edilebilir.



Şekil 2. Bostanlı’ da rijit dönme ve farklı oturma yapan binalar

Bir yapıda gözlenen oturmalar farklı oturma karakteristiği gösterirlerse üst yapıya negatif etkileri daha çok söz konusu olur. Genel yaklaşım hasar kriterlerinin açısal distorsiyon,  $\beta$ , ile tanımlanmasıdır (Wahls, 1981; Bjerrum, 1963). Oturma tanımları birçok araştırmacı tarafından benzer şekilde yapılmıştır (Bjerrum, 1963; Polshin ve Tokar, 1957; Skempton ve MacDonald, 1956; Terzaghi ve Peck, 1948). Bu araştırmalarda geliştirilen tanımlamalar (bkz. Şekil 3) çeşitli mühendislik örgütlerince de kabul edilmiştir (ISE, 1989).



Şekil 3. Oturma Kavramlarının Gösterimi (Wahls, 1981)

Yukarıdaki şekilde “ $\rho_{\text{MAKS}}$ ” maksimum toplam oturma, “ $\omega$ ” rijit dönme, “ $\delta_{AB}$ ” A ile B noktaları arasındaki farklı oturma, “ $l_{AB}$ ” iki nokta arasındaki uzaklık, “ $\beta_{AB}$ ” A ile B noktası arasındaki açısız distorsiyon ( $\beta_{AB} = \delta_{AB}/l_{AB} - \omega$ ), “ $\Delta$ ” rölatif deformasyon için kullanılmıştır. Çizelge 1’de ise Bjerrum (1963) tarafından geliştirilen ve gözlemlere dayanan açısız distorsiyon,  $\beta$ , limitleri verilmektedir.

Çizelge 1. Açısız distorsiyon ( $\beta$ ) için limit değerler

Hasar Sınıfı	$\beta$
Oturmaya hassas makinalar için sınır	1/750
Çapraz elemanları olan çerçeve için sınır	1/600
Yapıda hiç çatlak olmaması için güvenli sınır	1/500
Panel duvarlarda çatlak oluşur	1/300
Vincin çalışmasında güçlükler	1/300
Yüksek yapıların eğilmesi gözle görülebilir	1/250
Panel ve tuğla duvarlarda dikkate değer çatlaklar	1/150
Genel yapıların çerçevesinde hasar riski	1/150
Esnek tuğla duvarlar için güvenli sınır ( $L/H > 4$ )	1/150

Sığ temellerin deprem yükleri altındaki davranışı lokal zeminlerin dinamik davranışından etkilenir. Alüvyon zeminlerde sıklıkla görülen büyütme mekanizması sonucu, gerek temel gerekse üst yapı yüksek yüzey atalet yüklerine maruz kalabilir. Bunun yanı sıra, kuvvetli yer sarsıntılarında zeminin doğrusal olmayan davranışına bağlı olarak suya doymun killi zemin tabakalarında yumuşama ve yine suya doymun granüler zemin (kum, silt) tabakalarında ise sıvılaşma meydana gelebilir. Her iki mekanizma da zeminde tekrarlı gerilmelere bağlı olarak aşırı boşluk suyu basıncının gelişimi sonucu ortaya çıkar. Yumuşama ile sıvılaşma arasındaki en önemli fark yumuşamada aşırı boşluk suyu basıncının ( $\Delta u$ ) efektif düşey gerilmeye ( $\sigma'$ ) oranının ( $r_u = \Delta u / \sigma'$ )  $r_u = 1$  değerine ulaşmamasıdır. Yumuşama zeminin gerek dayanımında gerekse rijitliğinde düşüşe neden olarak taşıma kapasitesinde azalmaya, kimi zaman yapı temellerinde toptan göçmeye yol açar. Yumuşama normal konsolide killer ile hassas killerde ortaya çıkabilir. Ayrıca kumlu zeminlerde  $r_u = 1.0$  değerine ulaşılmadığı koşullar da yumuşama olarak değerlendirilebilir. Kil zeminlerde yumuşamanın çok çarpıcı örnekleri 1964 Alaska depremi sonrasında hassas killerde toptan göçme ve büyük çaplı şev kaymaları şeklinde gözlenmiştir.

Sıvılaşmada ise  $r_u = 1.0$  değerine ulaşılır ve zemin daneleri arasındaki sürtünme uzunca bir süre kesilerek zemin vizkoz bir sıvıya dönüşür. Bu zemin çok küçük yüzey eğimlerinde bile metrelerce akarak kalıcı yüzey deformasyonlarına uğrar. Depremlerde  $1^\circ$ ’den küçük yüzey eğimlerinde dahi akışın gerçekleştiği bildirilmektedir (NRC, 1985). Sıvılaşma gevşekten orta-sıkıya kadar olan kumlu zeminlerde görülür. Sıkı kumlarda  $r_u$  değeri tekrarlı gerilmeler sırasında anlık olarak bire yükselse de daneler arasındaki temas sürekli olarak kesilmez. Bu tür mekanizmayı “sıvılaşma-liquefaction” terimi yerine “tekrarlı hareketlilik-cyclic mobility” terimi ile tanımlamak daha yerinde olur. Sıvılaşma üzerinde etken birçok faktör vardır. Depremin büyüklüğü, zeminin dane çapı dağılımı, zemindeki ince danenin oranı ve özeliği, zeminin sıklığı, efektif düşey gerilme, zeminde deprem öncesi statik gerilmeler bunların en

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

önde gelenleridir. Sıvılaşma daha çok ince daneli kumlarda gözlenmekle birlikte siltler, siltli-killi kumlar ve çakıllı kumlar da sıvılaşabilir. İnce malzeme (silt, kil) ve çakıl oranının kumların sıvılaşması üzerinde hangi oranlarda etken olduğu araştırma konusu olmakla beraber kil oranı %20'den fazla olan kumların sıvılaşma olasılığının çok daha düşük olduğu söylenebilir (Tokimatsu ve Yoshimi, 1983).

Sığ temellerin statik ve tekrarlı yükler altında stabilitesinin sağlanması için gerekli önlemler literatürde oldukça ayrıntılı olarak yer almaktadır. Statik yükler altında farklı oturmayı kabul edilebilir limitler içinde tutmak üzere zemindeki yanıl süreksizliklerin bodrumlu temel uygulaması ile aşılması, farklı oturma eğiliminin rijit radye temel ile azaltılması, yüzer temel çözümüne gidilerek zemine net yük aktarılması veya net yükün çok düşürülmesi, yumuşak zemin tabakasının hafredilmesi, yumuşak zemin üzerine kalın ve sıkı bir çakıl tabakası dolgusu yapılarak bunun radye temele benzer çalışmasının sağlanması sıkça başvurulan çözüm yöntemlerindedir. Tekrarlı yükler altında stabilizeyi artırmak için zemin-temel-yapı sisteminin rezonansa girmemesine dikkat edilmesi, yumuşak kil ve gevşek kum zeminlerde zemin iyileştirmesine gidilmesi, temele belirli bir derinliğin kazandırılması sıkça uygulanmaktadır. Temel ve yapı bütünlüğünün korunması açısından sürekli temellerin tekil temellerden, radye temellerin ise sürekli temellerden daha avantajlı olduğu söylenebilir.

#### 4. SONUÇ

Marjinal zeminlerde sağlıklı yerleşim planlaması için birçok faktörün dikkate alınması gerekir. Suya doymun yumuşak kil, silt ve gevşek kum tabakaları statik ve dinamik yükler altında kolaylıkla deforme olabilmektedirler. Planlamanın başarıya ulaşabilmesi için öncelikle şehir planlamacıları, yer bilimciler ve inşaat mühendislerinin birlikte ve uyum içinde çalışması gerekir. Problemlili zeminlerde oturma kriterleri tarif edilmeden başarılı yapılaşma ve yerleşim gerçekleşemez. Dolayısıyla zemin-yapı etkileşimi bu bölgeler için mutlaka dikkate alınmalıdır. Statik yükler altında farklı oturma, dinamik yükler altında sıkışma, zemin büyütmesi, sıvılaşma, yumuşama ön plana çıkmaktadır. Sığ temellere oturan yapılar için özel önlemler alınması gerekebilir. Radye temeller farklı oturmada istenilen rijitliği sağlamayıp hasarlanabilir. Kazıklı temeller birçok yönden sığ temellerin dezavantajlarını giderebilir. Ancak bu tür temellerde deprem yükleri altında beklenmeyen etkiler oluşabilir. Önemli ve yüksek yapılar için dinamik zemin-kazık-yapı etkileşimi hesapları yapılmalıdır.

Gerekli geoteknik analizler yapılmadığı için hasarlı ve oturma özürülü hale gelen yapıların stabilitesinin ve mevcut güvenliğinin de incelenmesi gerekir. Bu yapıldığı takdirde ilerideki yerleşim planlarına ışık tutulmuş olacaktır. Ayrıca geçmiş depremlerde İzmir'in yaşadığı tecrübeler mutlaka planlamacı ve mühendisler tarafından bilinmelidir ve bu konuda hafıza kaybının yaşanmasına izin verilmemelidir. Örneğin 2003 yılında Karaburun Yarımadası'nda meydana gelen depremin Bornova İlçesi'ne bağlı Manavkuyu ve yakın çevresinde neden olduğu yaygın hasardan ders alınmalıdır (Şekil 4). Kalın alüvyon tabakalarının doğal periyoduna yakın birinci salınım periyodu olan pek çok binanın göstermiş olduğu yetersiz deprem performansından ders çıkarılmalı ve bu tür sahaların yerleşime açılması aşamasında yapıların kat sayısına daha dikkatli bir şekilde karar verilmelidir. Heyelan bölgelerinde su drenajına çok dikkat edilmelidir. Kadifekale ve yakın bölgesi en kısa zamanda kaçak yapılaşmadan arındırılmalıdır.

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Şekil 4. 2003 Urla Depremi'nde (M=5.6) Bornova/Manavkuyu bölgesinde hasar gören yapıların dağılımı

Bu çalışmada yeni yerleşim alanları planlanırken dikkate alınması gereken zemin ve heyelan problemlerine bir inşaat mühendisinin bakış açısından yaklaşmıştır. Bu tür alanlarda alınan yapılaşma kararlarında teknik düşünceler ön plana çıkmalı, can ve mal güvenliğine olan deprem tehlikesi ve yapıların statik yükler altındaki performansı kabul edilebilen sınırlar içine çekildikten sonra şehir planlama kriterleri dikkate alınmalıdır. Zira yüksek risk taşıyan imar kararları genellikle riskli yapı üretimine ve uzun vadede sağlıksız yerleşime neden olmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Bjerrum, L. (1963). "Allowable Settlement of Structures", Proceedings, European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Weisbaden, Germany, Vol. III, 135-137
- Institution of Structural Engineers, ISE, (1989). "Soil-Structure Interaction The Real Behavior of Structures", London
- National Research Council, (1985). "Liquefaction of Soils During Earthquakes", Committee on Earthquake Engineering, Washington
- Polshin, D. E. ve Tokar, R. A. (1957). "Maximum Allowable Nonuniform Settlement of Structures", Proceedings, 4<sup>th</sup> Int. Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, London, Vol. I, 402-406
- Rutledge, P.C. (1970). "Utilization of Marginal Lands for Urban Development", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, No. SM1, 3-22
- Skempton, A. W. ve MacDonald, A. D. (1956). "Allowable Settlement of Buildings", Proceedings, Institute of Civil Engineers, Part III, Vol.5, 727-768
- Terzaghi, K. ve Peck, R. B. (1948). "Soil Mechanics in Engineering Practice" 1<sup>st</sup> ed., John Wiley & Sons, Inc. New York, N.Y.
- Tokimatsu, K. ve Yoshimi, Y. (1983). "Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-Value and Fines Content", Soils and Foundations, JPSSFE, 56-74
- Wahls, H. E. (1981). "Tolerable Settlement of Buildings", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.107, No. GT11, 1489-1504

## KENT YERLEŞİM ALANLARIMIZDA DEPREMLERDE OLUŞACAK HASARLARIN AZALTILMASINA YÖNELİK ÖNERİLER

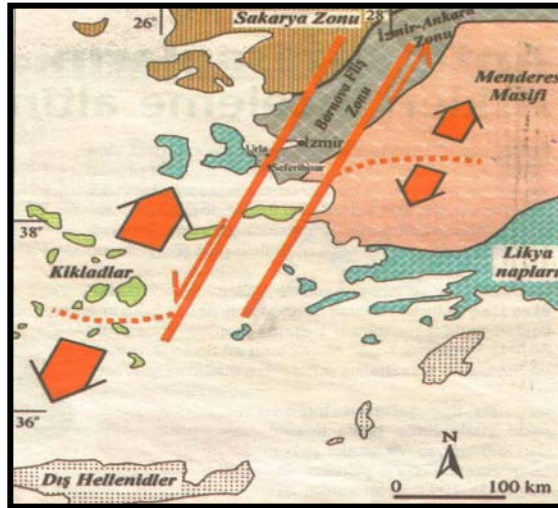
Hakkı Batur DEMİRAY  
Jeoloji Mühendisi  
jmoizmir@gmail.com

### I-GİRİŞ

Bu çalışmayla 1. Derece Deprem Bölgesinde yer alan İzmir’de, (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliklerimizde eksik olan) ;deprem yaratma potansiyeline sahip diri fayların bulunduğu kesimlerin tespiti ve bu faylar etrafında emniyetli kuşaklar bırakarak yapılaşmanın planlanması ile yapı denetiminde özellikle zemin kontrolüyle ilgili konularda yaşanan sorunlara dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

### II-İZMİR DEPREMLERİNİN YARATTIĞI HASARLARIN FAYLARA BAĞLI NEDENLERİ

İzmir çevresinde yer kabuğu son yıllarda elde edilen GPS verilerine göre, kuzeydoğu doğrultulu bir eksen boyunca, güneybatı’ya doğru hareket etmektedir. İzmir ve yakın çevresinde son 15 yılda meydana gelen orta büyüklükteki üç deprem (1992-Doğanbey, 2003-Seferihisar ve 2005-Demircili) bölgenin doğrultu atımlı fayların kontrolünde şekil değiştirdiğini göstermektedir. Bu şekil değişikliği bölgesel ölçekte İzmir (Gümüldür) ve Balıkesir (Bigadiç) arasındaki kuşak boyunca uzanım sunan kuzeydoğu doğrultulu, kabuksal ölçekteki transfer zonunun varlığıyla açıklanmaktadır (Resim 1 “Sözbilir; 2003” den).



Resim 1. İzmir-Balıkesir transfer fay zonu (“Ring ve diğ. 1999'dan değiştirilerek alınmıştır”).

Bu zonun doğu kenarı Kuşadası Körfezi-Torbalı-Kemalpaşa -Akhisar-Bigadiç hattı üzerinde yer alır. Bu hattın batısında kalan ve Karaburun’a kadar gözlenen faylar, aynı fay sistemi içindedir. Ekim-2005 İzmir depremlerinin sonucunda yapılarda gözlenen hasarın en önemli

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

nedeninin; yerleşimlerin diri fay zonları üzerinde yer alması olduğu DEÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümü akademisyenlerince ortaya konmuştur. Nitekim son yıllarda kurulan İzmir'deki iki yeni üniversite başta olmak üzere, pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır.

### **III-İZMİR'DE DEPREM HASARLARINI AZALTACAK; DİRİ FAYLARA YÖNELİK ÖNLEMLER VE YAPIM SIRASINDA ZEMİN KONTROLU**

#### **1-Diri Faylar Etrafında Emniyetli Kuşak Oluşturmak**

İzmir'de; özellikle deprem senaryosu uyarınca kırılması tasarlanan ve körfezi güneyden sınırlayan fay başta olmak üzere; pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır. Şehrimizde halen yapılar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar' la ilgili yönetmelik şartlarına göre tasarlandığı halde, bu yönetmelikler de deprem yaratan diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafeleriyle ilgili bağlacı hükümlerin bulunmayışı önemli bir eksikliktir.

Bu nedenle; şehrimizde de; yapıların yer sarsıntısına karşı dayanıklı olmasını sağlayacak şekilde deprem yaratan diri fay etkilerini en aza indirgeyecek ölçütlere ilişkin güvenlik amaçlı bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Çünkü bilindiği gibi yüzey faylanma izinin her iki tarafından birkaç on metre ile birkaç yüz metre uzaklık içerisinde yer alan bölgede zeminde deformasyonlar olmakta ve bu zon içerisindeki yapılar da zemindeki deformasyonlardan olumsuz etkilenerek tahrip olmaktadır. Yamulma zonu olarak da isimlendirilebilecek bu deformasyon zonu; ana fay izi ve ona verev olarak, ya da yarı-koşut olarak, gelişen ikincil kırıklardan oluşur, Yamulma zonu; yaygın olarak birkaç metre ile yüzlerce metre genişlikte olabilir. Diri fayları kesecek şekilde tasarlanan tünel, otoyol, baraj, hidrolik santraller, sulama kanalları, metro, doğal gazboru hatları ve nükleer santraller gibi büyük mühendislik yapıları çok yüksek risk taşırlar. Bu şekildeki büyük mühendislik projelerinin diri bir fay zonunun üzerinde ya da yakınında ve koşut olarak veya fay hattından ne kadar uzaklıkta, bulunması gerektiğinin çok ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Örneğin düşük eğimli bir sahada, fayı enine geçmesi zorunlu olan otoyol gibi çizgisel mühendislik yapılarının kısa bir bölümü faylanmadan etkilenecektir. Ancak dağlık bir bölgede bu yapılar sadece faylanmadan değil, aynı zamanda heyelan gibi yer kaymalarından da ağır derecede hasar görecektir. Şehre su taşıyan sistemlerde faylanmadan dolayı hasar çok ciddi olabilir. Çünkü zemindeki yer değiştirmelerden dolayı fay bloğunun bir tarafı diğerine göre yükselerek ya da yatay olarak ötelenerek suyun boşalmasına yol açabilecektir. Metro gibi yapılar da ise faylanmadan dolayı hasar gelişmesi kuvvetli bir olasılıktır. Diri fayın neden olduğu yamulma zonunun genişliği, diri fayları dikine geçen, hayati yapıların ( insanların, barınması için gerekli yapılar çizgisel mühendislik yapıları, vb. hayati sistemler) yer seçimi ve tasarım için gerekli koruma bölgelerinin oluşturulması da büyük önem, taşır. Tampon bölgeler olarak da isimlendirilebilecek bu koruma zonlarının oluşturabilmesi için ilk önce gelecekte olabilecek olası yüzey faylanmasının izlerini tespit etmek gerekmektedir. Yakın gelecekte olabilecek, olası bir depremin yüzey faylanması, o diri fayın yakın jeolojik zaman ve tarihsel dönem içerisinde kullandığı iz boyunca, ya da, çok yakınında gelişir (Demirtaş;2002).

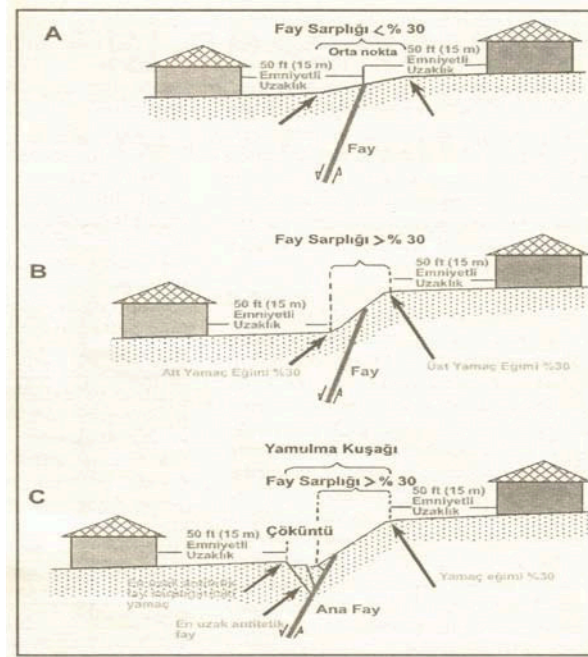
\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Ülkemizdeki deprem yönetmeliğinde olmamasına karşın, Amerika Birleşik Devletleri gibi bazı ülkelerde deprem bölgelerinde yapılacak yapı yönetmelikleri ve düzenlemeler, diri (aktif) faylar civarında "**tampon bölgeler**" oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır, **Özel Çalışma Zonları Yasası** olarak da anılan bu yasanın amacı, Kaliforniya Eyaleti'ndeki, deprem üreten diri fayları tanımlamak, özel jeolojik araştırmaların yapılması gereken alanları belirlemektir.

Yasa gereği, Kaliforniya Eyaleti'nde bilinen diri faylar boyunca Özel Çalışma Zonlarının (Tampon Bölgeleri.) belirlenmesi, fay zonları ile ilgili haritaların derlenerek yayınlanması, fay zonu verilerinin denetlenmesi ve bunların yerel yönetimler gibi devlet kurumlarının hizmetine sunulması, vb. işleri Devlet(Eyalet) Maden ve Jeoloji Dairesi Başkanı (Eyalet Jeoloğu) tarafından yapılmaktadır. Danışma Kurulu olarak hizmet veren ve eyalet başkanı tarafından atanan dokuz üyeden oluşan Eyalet *Madencilik ve Jeoloji Kurulu*, yerel yönetimlerinin yasayı uygulayabilmesi için gerekli ölçütleri belirler.

Yerel yönetimler, yasa gereği, yasa, yönetmelik ve tüzükleri, yürürlüğe koyar, Özel Çalışma Zonları Haritalarını ilan eder. Proje ruhsatı vermeden önce gerekli jeolojik raporları ister ve onaylar.



Resim 2. Fay sarplığına göre, yapıların en düşük emniyetli uzaklık sınırının gösterimi ("McCalpin 1987" den Demirtaş;2002).

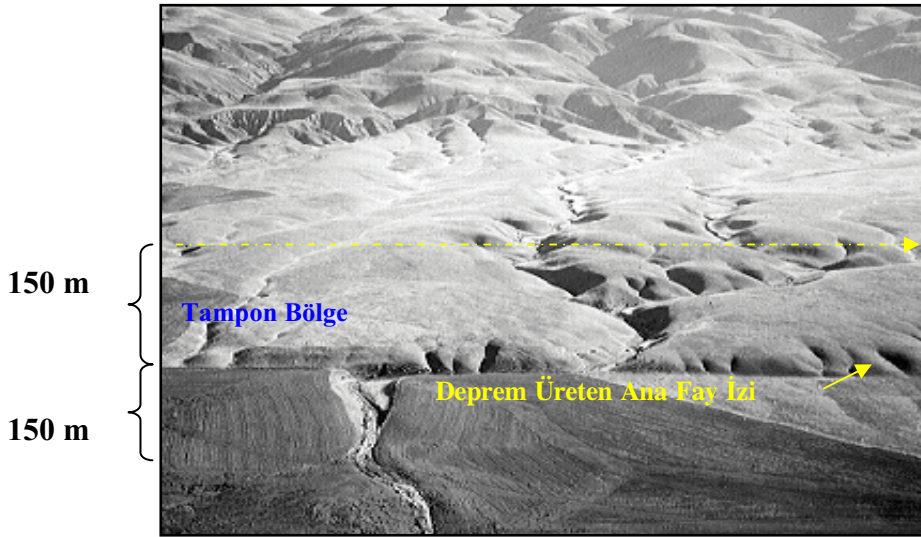
"Yasaya göre, Devlet Madencilik ve Jeoloji Kurulu tarafından *son 11 bin yıl (Holosen)* içerisinde hareket ettiği ya da yüzey faylanması meydana getirdiği jeoloji eğitimi almış biri tarafından zemin yüzeyinde ya da hemen altında yer alan herhangi, bir fiziksel özelliğe bağlı olarak kolayca, tanımlanan herhangi bir fay kesin diri fay olarak tanımlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde diri ya da potansiyel diri faylar yakınında yer alan yapılar için tampon bölgelerinin oluşturulmasında geliştirilen ölçütlere ilişkin örnekler aşağıdaki gibidir;

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- a) Özel Çalışma Zonlan Yasası (Deprem Fay Zonlan Yasası), diri fay üzerinde yerleşim amaçlı hiç bir yapıya kesinlikle izin verilmeyeceğine dair esaslar getirmektedir
- b) Sıvılaşmış Doğal Gaz tankının, diri bir faydan en az 35 metre uzaklıkta yer alması gerekmektedir;
- c) Sıvılaşmış Doğal Gaz depolama tankının (temel 1.5 m'den daha derin olduğu zaman), Kuvaternerden beri yüzey faylanması oluşturmuş bir faydan en az 1,6 km uzaklıkta bulunması gerekmektedir;
- d) Tahrip olamsı durumunda yaşamsal tehdit oluşturacak santral vb. yeri için. ayrıntılı jeolojik- jeoteknik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Faylanma sırasındaki yer değiştirmelere karşı santralin içerisindeki bazı yapıların, sistemlerin ve elemanların işlevini engellemeyecek şekilde güvenliğini sağlayacak, yüzey faylanmasına ilişkin esaslar gerekmektedir. Tasarım hazırlıkları, nükleer santralin herhangi bir bölümünde herhangi bir yönde yüzey faylanmasına maruz kalacağı, varsayımına dayanılarak yapılmalıdır;

Özel Çalışma Zonlan, 1/24.000 ölçekli topografik haritalar üzerine çizilir. Yasa, gökdelenler, hastaneler ya da okullar gibi kritik yapılar için çok daha sıkı ölçütler içermektedir. Kuşaklama. Sınırları *ana faylardan itibaren 150'şer metre; kesin olarak belirlenmiş küçük faylardan itibaren 90'ar metre uzaklıklardan geçirilmiştir*"(Demirtaş;2002).



Resim 3. San Andreas Fayı'nın Carrizo Plain, Wallace Creek bölgesinde tampon bölge oluşturmaya birörnek"(Demirtaş;2002). .

2003 ve 2005 depremleri göstermiştir ki; İzmir İli ve ilçeleri nde yer alan genç havzalarda (Urla havzası, Bornova havzası, Menderes, Kemalpaşa-Torbalı havzası, Manisa havzası ve Akhisar havzası gibi) acilen bölgelerin depremselliğine hizmet edebilecek en küçüğü 1/25.000 ölçekli diri fay ve zemin etkileşimlerini bütünleştiren yerleşime uygunluk amaçlı jeoloji haritaları paleo sismoloji çalışmaları eşliğinde hazırlatılmalı ve bu haritalar, şehir ve ilçe yönetimleri ile kriz merkezlerinde sürekli açık tutulmalıdır.

Önemli yüzey yer değiştirmelerine yol açabilecek diri fayların yakınında planlanması düşünülen hayati sistemlerin deformasyonlardan en az etkilenmesi için alınabilecek önlemler; 1- faydan uzaklaşmak, 2- beklenen yer değiştirme miktarına göre tasarım yapmak,

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

3- hızlı bir onarıma olanak verecek olasılık planları hazırlamak şeklinde sıralanabilir. Türkiye'de ( yapılamıyorsa şehrimizde) diri faylar etrafında tampon, bölgelerin oluşturulması ve bununla ilgili yasal düzenlemelerin yapılabilmesi için bu konuda deneyimli mühendislerin yer alacağı bir yapılanma en azından belediyeler de yaratılmalıdır.

## 2. Zemin Şartlarının Kontrol Edilmesi

Diri faylar etrafında tampon bölgeler veya emniyetli sınırlar oluşturma çalışmalarının yanı sıra şehrimizde zemin şartlarından kaynaklanan deprem hasarlarını en aza indirmek yolunda alınacak ikinci önlem ise zemin şartlarının, tasarıma esas olan zemin etüt raporlarıyla olan uygunluğunu denetlemek yada kontrol etmekten geçmektedir.

Nitekim 5.02.2008 de yürürlüğe giren “YAPI DENETİMİ UYGULAMA YÖNETMELİĞİ” nin “Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar” ın yer aldığı birinci bölümünde yer alan “Yapı denetim kuruluşunun görev ve sorumlulukları” 5.maddesinin “c” bendinde

**“c) Zemin ve temel etüdü raporunun hazırlanmasına ilişkin esaslara uygun olarak bir zemin etüdü raporunun olup olmadığını tespit ederek onaylar. Raporun uygunluğunu onaylamak için, bünyesinde konu ile ilgili yeterli teknik eleman bulunmadığı hâllerde hizmet satın alabilir.”**

denilerek zemin şartlarının hazırlanan zemin etüt raporuna uygunluğunun da kontrol edilmesine vurgu yapılmaktadır. Bu konuda önemli bir başvuru standardı olan ve Eurocode 7 ‘nin tercümesi olan “TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2 Genel Kurallar” standardı’ nın “Yapım Kontrolü, İzleme Ve Bakım” bölümünün “4.3 - ZEMİN ŞARTLARININ KONTROL EDİLMESİ” alt bölümünde de;

“İçine ve üzerine yapının oturtulacağı veya temellendirileceği **kaya ve toprak** Jeoteknik özellikleri ve **tanımları** inşaat esnasında kontrol edilmelidir” denilmektedir.

Danıştayca 2001 yılında alınan ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca 19 Ağustos 2008 günlü Resmî Gazete de yayınlanarak yürürlüğe giren “3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” in, 57. maddesinin "Yapı ruhsatı işleri" kısmında da;

“.....Statik projeye esas teşkil edecek zemin etüdü (jeoteknik etüt) raporunun;.....

2) **Sondajlar, arazi çalışmaları, zemin ve kaya mekaniği**, laboratuvar deneylerini ihtiva eden zemin-yapı etkileşiminin analizinde kullanılacak temel-zemin, **zemin profili ve zemini oluşturan birimlerin fizikî ve mekanik özelliklerini** konu alan çalışmalar yönünden jeoloji mühendislerince hazırlanması” vurgulanan kararına rağmen, uygulamada Yapı Denetim Şirketleri bünyelerinde zemin profilini ve özelliklerini tanımlamaktan sorumlu bu mühendisleri halen bulundurmamakta ve bu konuda kanunen yetkili kurumlar ve şehrimizde belediyeler bu duruma halen etkin bir şekilde müdahale etmemektedirler.

## 3-Zemin Şartlarına Uygun Olarak Ekonomik İmar Planlaması

İzmir gibi 1. derece deprem bölgesinde yer alan pek çok şehrimizde de görüldüğü gibi imar planlamamız ekonomik değildir. Burada ekonomiden kasıt, deprem tehdidine çok yüksek

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

oranda maruz kalacak bir ilde, deprem sırasında yüksek oranda sivilaşma vb. deformasyona uğrayacak zemin koşullarına uygun bir imar planlamamız olmamasıdır. Bilindiği gibi İzmir şehri batısından denizle sınırlı, diğer yönlerde ise tepelerle çevrili bir körfezin kıyısında kurumuştur. Denizle kıyı kesimini çevreleyen yükseltiler arasında yer alan düzlükler, doğal ya da bir kısmıyla yapay olarak oluşturulmuş gevşek zeminlerden, yanı sıra; Yamanlar,

Bornova – Pınarbaşı sırtları, Buca, Hatay Balçova-Narlidere sırtları gibi yüksek kesimler ise günümüzden 10 ila 60 milyon yıl önce oluşmuş sert kayalık zeminlerden oluşmaktadır. Bilindiği gibi denize komşu gevşek zeminlerin depremler sırasında sivilaşma başta olmak üzere yüksek deformasyonlara maruz kalması dolayısıyla, bu tip zeminler üzerine yapılacak özellikle çok katlı yapılar, çok ağır maliyetler getiren zemin islah çalışmaları gerektirmektedir. Ayrıca istenildiği kadar bina altında kalan zemin şartları islah edilsin, onu çevreleyen geniş alüvyal düzlük bütün olarak çalışacağından ve özellikle 1999 Marmara Depreminde de görüldüğü gibi denize doğru heyelan etmesi (kayması) söz konusu olacağından, yapılacak yatırımında tam bir güvenlik sağlayacağı düşünülmemelidir. Nitekim 1999 Marmara Depreminde de bu durum görülmüş ve önemli bir toprak parçasının, üzerindeki binalarla birlikte denize gömülmesiyle, Kocaeli Körfezinin coğrafyası değişmiştir. Bu nedenle bu tip zeminler üzerine bir –iki katlı, düşük yüklere sahip basit yapıların planlanması uygun olacaktır. Buna karşılık Körfezimizi çevreleyen kayalık yükseltilere , (heyelan etütlerinin yapılması sonucu güvenli olduğu kanıtlandıktan sonra) çok katlı yapıların planlanması, hem can kaybının azaltılması, hem de yatırım maliyetlerinin güvenli yapılar sağlayacak şekilde karşılığının alınmasını sonuçlayacaktır. Ayrıca titreşim periyotları arasındaki farklılıklar nedeniyle de; bir –iki katlı yapıların gevşek zeminler üzerine, çok katlı yapıların ise kayalık zeminleri üzerine yapılması deprem sırasında rezonansa girerek yıkılmalarını da önleyeceği bir gerçektir.

Yine benzeri şekilde “bitişik nizam yapılaşma”, titreşim periyotları birbirinden farklı binaların yan yana sıralanması nedeniyle, deprem sırasında birbirlerine çarparak hasar yaratacakları için deprem bölgelerinde uygun bir yapılaşma olmamasına ve bu konuda yönetmeliklerde sınırlamalar olmasına karşın, şehrimizde bu tip yapılaşmanın devam ettiği malumdur.

Şehrimizin imar planları hiç olmazsa bugünden başlayarak bu gerçeklere göre mutlaka revize edilmelidir.

#### **IV-SONUÇ ve ÖNERİLER**

1-İzmir’de; özellikle deprem senaryosu uyarınca kırılması tasarlanan ve körfezi güneyden sınırlayan fay başta olmak üzere; pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır. Şehrimizde halen yapılar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalarla ilgili yönetmelik şartlarına göre tasarlandığı halde, bu yönetmelikler de deprem yaratan diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafeleriyle ilgili bağlayıcı hükümlerin bulunmayışı önemli bir eksikliklerdir.

2- Bu eksikliğin giderilmesinde 1. derece deprem kuşağında yer alan benzeri ülkelerde uygulanan ve diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafelerini ortaya koyan yapılanmalar

---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ile yasa ve yönetmelikler esas alınarak şehrimizde de bu tip uygulamalara geçilmesi Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Yönetmeliğimizin önemli bir eksiğini kapatacaktır.

3- Yapı Denetim şirketleri ;“**Zemin ve temel etüdü raporunun hazırlanmasına ilişkin esaslara uygun olarak bir zemin etüdü raporunun olup olmadığını tespit ederek onaylar. Raporun uygunluğunu onaylamak için, bünyesinde konu ile ilgili yeterli teknik eleman bulunmadığı hâllerde hizmet satın alabilir**” “(Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği 2008)” hükmü ile “**İçine ve üzerine yapının oturtulacağı veya temellendirileceği kaya ve toprak jeoteknik özellikleri ve tanımları inşaat esnasında kontrol edilmelidir**”(TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2 Genel Kurallar - Eurocode 7).” hükümlerinin yerine getirildiği sağlıklı bir yapı denetim sisteminin işletilmesi için; Danıştayca 2001 yılında alınan “Sondajlar, arazi çalışmaları, zemin ve kaya mekaniği, lâboratuar deneylerini ihtiva eden zemin-yapı etkileşiminin analizinde kullanılacak temel-zemin, **zemin profili ve zemini oluşturan birimlerin fizikî ve mekanik özelliklerini** konu alan çalışmalar jeoloji mühendislerince hazırlanır” kararı gereğinin yapı denetimlerinde yerine getirilmesinde yerel yönetimlerin zorlayıcı olmaları gerekmektedir.

4- İzmir gibi 1. derece deprem bölgesinde yer alan pek çok şehrimizde de görüldüğü gibi imar planlamalarımız ekonomik değildir. İzmir Körfezini çevreleyen gevşek zeminlerden oluşan düzlükler üzerinde düşük katlı, kayalık zeminlerden oluşan tepelerde ise (heyelan riski olmadığı bilinen kesimlerine) çok katlı yapıları oluşturacak bir imar planı revizyonuyla hem inşaat ekonomisi sağlanmalı ve hem de depreme bağlı can ve mal kayıpları riski azaltılmalıdır.

## KAYNAKLAR

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,2007.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,2008,1-2. sayfa.

Danıştay kararı, Altıncı Daire, Esas No:2000/4743,Karar No:2001/6466,2001, 7. sayfa.

Demirtaş, R., Diri Faylar Etrafında Tampon Bölge (Emniyetli Kuşak) Oluşturma Esasları-Fay Yasası,JMO Haber Bülteni,2002,55-60. sayfa.

Sözbilir,H.,İnci, U., Sümer,Ö.,Erkül,F.,Urla-Balıkesir Arası Depremlerin Nedeni Fosil Bir Fay,Cumhuriyet Bilim Teknik,2003,6-7 sayfa.

Sözbilir,H., Sümer,Ö.,Erkül,F.,Uzel,B.,Ersoy,Y., İnci, U.,Helvacı,C.,İzmir deprem dizilerinin nedeni, faylardaki 'Çiçek yapısı Cumhuriyet Bilim Teknik '2005,18-19. sayfa

Türk standardı; TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm1: Genel Kurallar –(Eurocode 7),2000,24.sayfa.

## İZMİR İLİ KIYI YAPILARI VE GÜNÜMÜZDEKİ DURUMLARI HAKKINDA GÖRÜŞLER

Veli AKÇAOĞLU  
İnşaat Yüksek Mühendisi  
veliakcaoglu@gmail.com

Sunay AKÇAOĞLU  
İnşaat Mühendisi  
sunayakcaoglu@yahoo.com

### GİRİŞ

Diğer yapılar gibi kıyılarımıza sıralanmış her çeşit liman ve kıyı yapısı, hizmete girdikleri yıllardan sonra bakım ve onarım bakımından tamamen kendi hallerine bırakılmakta ve ancak önemli hasarlara maruz kaldıklarında onarım için ele alınmaktadırlar. Kıyı yapılarının da diğer yapılar gibi, verimli hizmet verebilmesi için, belli zamanlarda gözden geçirilmesi ve zamanı geldiğinde dönemsel bakımlarının yapılması gerekmektedir. Bakım konusundaki ihmaller bu yapıların doğa etkilerine karşı direncini azaltmakta, tasarım aşamasında öngörülen etkilerden daha küçüklerinde bile önemli hasarlara uğramalarına neden olmaktadır.

### KIYI YAPILARININ İŞLEVSEL DAĞILIMI

İzmir İli kıyılarına sıralanmış kıyı yapıları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

**Balıkçı Barınakları:** Her boy ve her su kesimindeki balıkçı gemilerine hizmet vermek maksadı ile mendireklerle korunmuş, yöre balıkçılarının ihtiyacına yetebilecek kadar havuz ve geri alana sahip, yükleme, boşaltma, bağlama rıhtımları ile suyu, elektriği, ağ kurutma sahası, satış yeri, idare binası, balıkçı gemilerinin ihtiyacını karşılayacak akaryakıt pompası, ön soğutma ve çekek yeri bulunan kıyı yapısıdır.

İzmir kıyılarında yapılan balıkçı barınakları “Limanlar İnşaatı 6. Bölge Müdürlüğü tarafından projelendirilmiş ve uygulanmıştır. İzmir İli kıyılarındaki balıkçı barınağı ve barınma yerlerinin isimleri aşağıda verilmiştir.

**Yat Limanları:** Yatların güvenle girip bağlanabileceği tesislere sahip, çekek yeri, kışlama, karada park, bakım ve onarım üniteleri bulunan, yatların ve yatçıların her türlü ihtiyaçlarını karşılayacak imkânlarla donatılmış kıyı yapılarıdır. Aşağıda, İzmir kıyılarındaki yat limanlarını gösteren bir tablo bulunmaktadır. Bu tabloda yer alan Urla ve Karaburun, balıkçı barınağı olmakla birlikte yatlara da sınırlı hizmet vermektedir.

BALIKÇI BARINAKLARI		
No	Adı	Yeri
1	Dikili Balıkçı Barınağı	Dikili
2	Çandarlı Balıkçı Barınağı	Dikili
3	Aliağa Balıkçı Barınağı	Aliağa
4	Yenifoça Balıkçı Barınağı	Aliağa
5	Bostanlı Balıkçı Barınağı	Karşıyaka
6	Narlidere Sahil Evleri Balıkçı Barınağı	Narlidere
7	Güzelbahçe Barınma ve Yanaşma Yeri	Güzelbahçe
8	Güzelbahçe I Balıkçı Barınağı	Güzelbahçe
9	Güzelbahçe II Balıkçı Barınağı	Güzelbahçe
10	Zeytinalanı Barınma Yeri	Urla
11	Kalabak Barınma Yeri	Urla
12	Urla Balıkçı Barınağı	Urla
13	Özbekköy Balıkçı Barınağı	Urla
14	Balıkliova Balıkçı Barınağı	Urla
15	Mordoğan Barınma Yeri	Karaburun
16	Kaynarpinar Balıkçı Barınağı	Karaburun
17	Ambarseki Balıkçı Barınağı	Karaburun
18	Saipköy Balıkçı Barınağı	Karaburun
19	Karaburun Balıkçı Barınağı	Karaburun
20	Yeniliman Balıkçı Barınağı	Karaburun
21	Ilıca Balıkçı Barınağı	Çeşme
22	Dalyanköy Balıkçı Barınağı	Çeşme
23	Çeşme Barınma Yeri	Çeşme
24	Çiftlikköy Balıkçı Barınağı	Çeşme
25	Alaçatı Barınma Yeri	Çeşme
26	Sığacık Balıkçı Barınağı	Seferihisar
27	Akarca Barınma Yeri	Seferihisar
28	Özdere Balıkçı Barınağı	Menderes
29	Mavişehir Barınma Yeri	İzmir

## YAT LİMANLARI

No	Adı	Yeri
1	Çeşme Yat Limanı	Çeşme
2	Dalyanköy Yat Limanı	Çeşme
3	Sığacık Yat Limanı	Seferihisar
4	Alaçatı Yat Limanı	Çeşme
5	Foça Yat Yanaşma Yeri	Foça
6	Urla Yat Limanı	Urla
7	Mordoğan Yat Limanı	Mordoğan
8	Karaburun Yat Limanı	Karaburun
9	Altinyunus Yat Limanı	Çeşme
10	Levent Yat Limanı	İzmir

**Ticari Liman ve İskeleler:** Ticari limanlar, gemilerin barınarak yük alıp boşaltmalarına, yolcu indirip bindirmelerine uygun tesisleri olan doğal veya yapay bir sığınaktır. İskeleler ise genel olarak korumasız kıyılarda sadece iyi havalarda yük ve yolcu alan ve boşaltan kıyı yapılarıdır.

İzmir İli kıyılarındaki ticaret limanları ve iskeleler aşağıdaki tabloda sıralanmıştır.

#### TİCARİ LİMAN VE İSKELELER

No	Adı	Yeri
1	Dikili İskelesi	Dikili
2	Aliğa Rafinerisi Eski İskelesi	Aliğa
3	Aliğa Rafinerisi Yeni İskelesi	Aliğa
4	LPG Yükleme Platformu	Aliğa
5	Petkim Limanı Açık Rıhtımı	Aliğa
6	Petkim Limanı İskelesi,Rıhtımlar	Aliğa
7	TPO İskelesi	Aliğa
8	Ege Gübre İskelesi	Nemrut
9	Metaş Demir-Çelik İskelesi	Nemrut
10	İzmir Demir-Çelik İskelesi	Nemrut
11	Habaş İskelesi	Nemrut
12	Ege Çelik İskelesi	Nemrut
13	Total İskelesi	Nemrut
14	Tuzla İskelesi	Çiğli
15	Alaybey Tersanesi İskelesi	Karşıyaka
16	Naldöken Sahil Güvenlik İskelesi	Bayraklı
17	İzmir Limanı	İzmir
18	İzmir Pasaport Limanı	İzmir
19	Bostanlı Vapur İskelesi	Karşıyaka
20	Karşıyaka Vapur İskelesi	Karşıyaka
21	Bayraklı Vapur İskelesi	Bayraklı
22	Konak Vapur İskelesi	İzmir
23	Göztepe Vapur İskelesi	İzmir
24	İnciraltı Vapur İskelesi	İzmir
25	Urla Vapur İskelesi	Urla
26	Çeşme Vapur İskelesi	Çeşme
27	Çeşme RoRo İskelesi	Çeşme

**Koruyucu Kıyı Yapıları:** Deniz akıntı ve dalgalarının etkisiyle kıyıda meydana gelen aşınımları önlemek veya arkasındaki tarım alanlarını, yol ve dinlenme alanı dolgularını korumak amacıyla inşa edilen kıyı yapılarıdır.

İzmir kıyılarında koruyucu kıyı yapıları sayısı sınırlıdır. Daha çok yol dolgularının ve gezinti sahası dolgularının tutulması için yapılmışlardır. Örnek olarak, Aliğa, Karşıyaka, Kordon ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı kıyısındaki gezinti sahasını tutmak için yapılmış kıyı duvarları gösterilebilir.



## KIYI YAPILARIMIZIN GÜNÜMÜZDEKİ DURUMLARI HAKKINDA GÖRÜŞLER

Kıyı yapılarının ana elemanları dalgakıranlar, betonarme yahut çelik boru kazıklı iskeleler, dolgu alanları ve kaplamaları, her türlü amaç için kullanılan rıhtımlardır. Kıyı yapılarımızın günümüzdeki durumları hakkındaki görüşler aşağıda sırayla açıklanmıştır.



Çandarlı Balıkçı Limanı

**Balıkçı Limanları:** Balıkçı limanlarının ana yapıları, dalgakıranlar, rıhtımlar, çekek yerleri ve dolgu sahalarıdır.

**Dalgakıranlar:** Başlangıçta bu yapılar idarenin elinde bulunan personel ve araçlarla emanet yöntemi ile yapılmıştır. Ocaklardan taş çıkarılması ve rıhtımların yapımı ise daha çok taşeronlar eliyle gerçekleştirilmiştir. Küçük ödeneklerle ve genellikle sığ sularda yıldan yıla geliştirilen bu yapıların başlangıç tarihleri 1960'lı yılların sonlarına rastlamaktadır. Bu safhada gerçekleştirilen dalgakıranların şev eğimlerinin ve koruyucu katman taş ağırlıklarının yeterli olup olmadığının bugünün koşullarına göre yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. 1970'li yıllardan sonra balıkçı barınaklarının ihale edilerek yapılmasına başlanmıştır.

Genel olarak sığ sularda inşa edilen balıkçı barınaklarının dalgakıranları her geçen yıl daha da sığlaşmış, sığlaşmaya koşut olarak dalgakıranlar daha olumsuz dalga etkilerine maruz kalmaya başlamıştır. Bazı dalgakıranların da şev etekleri oyulmalara maruz kalarak dikleşmiş,

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

bu durum da yine dalgakıran dengesini olumsuz bir biçimde etkilemiştir. Durumun böyle olmasına karşın bu yapıların büyük bir kısmı yapıldıkları yıllardan beri bakım görmemiştir.

Dalgakıranların buldukları ortamda meydana gelen derinlik değişimlerinin mutlaka gözden geçirilmesi ve meydana gelen değişimlerin gerektirdiği yeni denge durumuna göre dalgakıran kesitlerinin düzeltilmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılacak ihmallere olağanın çok da dışında olmayan fırtınalarda bile yapıların önemli hasarlara maruz kalmasına neden olabilir.

Deprem durumunda dalgakıran ve diğer yapı kısımlarının önemli hasarlara maruz kalması beklenmemektedir.

Ege kıyılarındaki dalgakıranlar olası bir Tsunami dalgasına göre tasarlanmamıştır. Belirli aralıklarda oluşabilecek tasarım dalgası büyüklükleri dalgakıran stabiliteleri için yeterli görülmektedir. Ancak yapım aşaması ardından meydana gelen derinlik değişimleri, koruyucu katman taş boyutlarının aşınmalar nedeniyle azalması, dalgakıran şevlerinde meydana gelen dikleşmeler, koruyucu katman kalınlıklarında meydana gelen azalmalar dalgakıranlarımızın görevlerini yapmasında yetersizliklere neden olabilir. Yapımı üzerinden henüz çok fazla zaman geçmemiş olan ya da onarımı yakın bir zamanda yapılmış dalgakıranlar dışında kalanların mutlaka yeni tasarım koşullarına göre yeterlilikleri hesapla gösterilmeli, yetersizlikleri saptananların onarım ve yenileme çalışmaları planlanmalıdır.

Rıhtım, Çekme Yeri ve Dolgu Sahaları: Balıkçı limanlarındaki beton bloklulu veya su içi betonla yapılmış dolu gövdeli rıhtım yapıları, taban oyulması bulunmaması halinde deprem bakımından oldukça iyi durumdadırlar. Balıkçı limanlarındaki rıhtımların dalgalımlar tarafından incelenerek durumları saptanmalı ve oyulma görülen kısımlarda gereken onarımlar yapılmalıdır. Çekme yerleri ve dolgu sahalarında önemli sayılacak hasar meydana gelme olasılığı düşüktür.



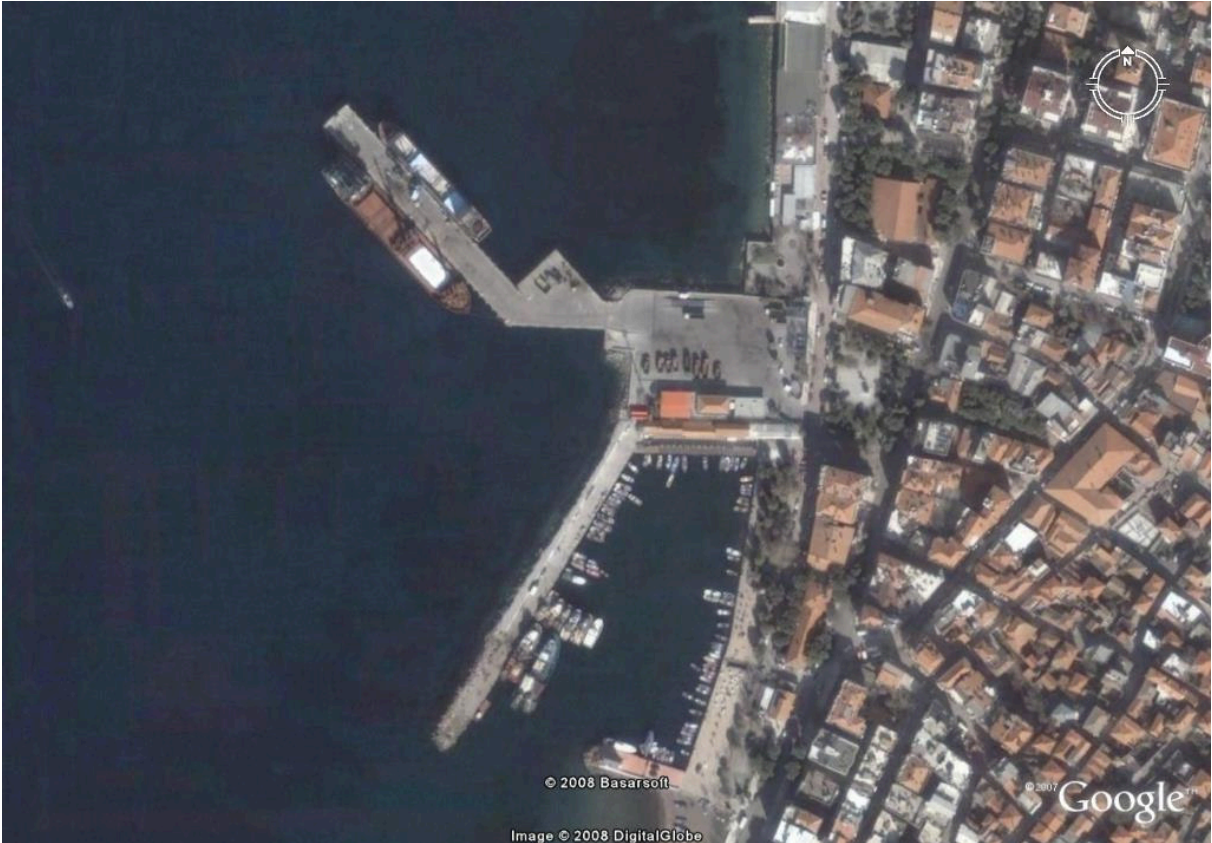
Altinyunus Yat Limanı

**Yat Limanları:** Yat limanlarının dalgakıran, rıhtım, çekek yeri ve saha dolguları yapısal olarak balıkçı barınaklarından farklı değildir. Yukarıda balıkçı barınakları için söylenen durumlar yat limanları için de geçerlidir.

Yat limanlarındaki yüzer iskelelerin güçlü fırtınalara karşı çapalara bağlantı emniyetinin belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir.

Yat limanlarının sabit iskeleleri ile ilgili hususlar aşağıda “İskeleler” başlığı altında ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

**Ticari Limanlar ve İskeleler:** Ticari limanların ana yapıları, dalgakıranlar, kazıklı veya dolu gövdeli rıhtımlar, saha dolguları ve kaplamaları ve diğer üst yapı tesisleridir. Halen İzmir kıyılarındaki tek ticari liman İzmir Limanı’dır ve dalgakıran gerektirmeyen korunaklı bir yerde inşa edilmiştir. Bu limanın betonarme kazıklı ilk bölümü 1959 yılında bitirilmiş, konteyner terminalini de ihtiva eden ikinci kısmına 1978 yılında başlanmış ve kısmen 1990’lı yıllarda tamamlanmış olup bugün elleçleme kapasitesinin sınırlarına ulaşmış ve tevsiat



Dikili İskelesi ve Balıkçı Barınağı

gereksinimi acil bir duruma gelmiş bulunmaktadır. Bu bölümde bahsi geçen tesislerin isimleri yukarıdaki listede verilmiş bulunmaktadır.

**Betonarme Kazıklı İskeleler:** Betonarme kazıklı iskelelerin su seviyesi civarındaki ve başlık altlarındaki durumlarının belirli aralıklarla kontrol edilmesi ve oluşan kimyasal aşınım

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

etkilerin giderilmesi sağlanmalıdır. Betonarme kazıklı iskele yapılarındaki en önemli hasar bölgesi iskele platformunun denize bakan yüzeyleridir. Bu yüzeylerde yapım aşamasından sonra geçen 15-20 yıllık sürelerde önemli kimyasal aşınım hasarları görülmektedir. Kazıklı iskele altlarının belirli aralıklarla incelenmesi ve görülen hasarların onarılması sağlanmalıdır. Betonarme kazıkların başlıklara bağlandığı kısımların, korozyon etkisi bakımından dikkatli bir şekilde incelenmesinde yarar bulunmaktadır. 1959 yılında hizmete giren, üstünde depolar ve yolcu salonunun da bulunduğu Alsancak iskele platformunun denize bakan yüzeyleri, hizmete açıldıktan 20 yıl kadar sonra esaslı bir onarımlardan geçirilmiştir. Aradan geçen zaman içinde iskele altlarının, özellikle karaya yakın kısımlarda, onarım gerektirecek aşınımalar bulunup bulunmadığının incelenmesinde yarar olacağı düşünülmektedir.

Yeni yapılan kazıklı rıhtımlarda yanaşma sırasında hasara uğramış kazık olup olmadığı araştırılmalı ve varsa gereken onarımlar yapılmalıdır. Kazıklı rıhtımların tasarım yükleri aşılmamalı, kullanım kurallarına uyulmalıdır.

Daha büyük gemilerin yanaşmasını sağlamak için iskele etrafında tarama yapılması önlenmelidir. Bu iskelelere, tasarım aşamasında hangi büyüklükte gemiler tarafından kullanılacağı düşünüldüyse o tip gemilerin yanaşmasına izin verilmelidir. İskele platformlarının da iskelenin tasarım yüklerinden büyük yüklerle yüklenmesine engel olunmalıdır. İskele üzerindeki yapıların yük aktardığı veya dayandığı kazıkların sağlamlığı kontrol edilmelidir.

**Dolgu Sahası Kaplamaları:** Dolgu sahalarındaki kaplama betonlarının kotları, hem zemindeki oturmalar nedeniyle meydana gelecek çukurlukların önlenmesi hem de satıh sularının drenajı düşünülerek bir çatı şeklinde tasarlanmaktadır. Çatı biçiminin ayrıtları zemindeki oturmalara uyamayacağı için ayrıt altlarının boşalmış olması tehlikesi bulunmaktadır. Bu sahalarda dolaşacak ağır yükler veya bir deprem sarsıntısı nedeniyle saha betonlarında önemli ve giderilmesi zaman alacak hasarların meydana gelmesi olasılığı bulunmaktadır. Bu kısımlarda zemin boşalmaları olup olmadığı saha betonlarında delikler açılarak kontrol edilmeli, boşluklar oluşmuşsa bu boşluklar harç akıtılarak doldurulmalıdır.

**Çelik Boru Kazıklı İskeleler:** Betonarme platformlu çelik boru kazıklı iskelelerin platformları altında meydana gelen korozyon hasarlarının diğerlerinden farkı yoktur. Bilindiği gibi, çelik boru kazıklarda meydana gelecek korozyon yapı ömrünü önemli şekilde etkilemektedir. Bugüne kadar çelik boru kazıkların korozyona karşı korunması için pek fazla bir şey yapıldığı söylenemez. Korozyonu önlemek için ilk çakım sırasında epoksi boyalarla boyama dışında hiçbir çalışma yapılmamaktadır. İzmir İli kıyılarında inşa edilen çelik boru kazıklı iskeleler neredeyse 20'li yaşlardadır. Çelik boru kazıkların et kalınlığı genellikle 10 mm olarak seçildiğinden, bazı ülkelerin standartlarındaki yıllık aşınma oranları dikkate alındığında, çelik borular emniyetli gerilme sınırlarını zorlar duruma gelmektedir. Bu tip, yani yapımından itibaren uzun bir zaman geçen, et kalınlığı fazla olamayan çelik boruların mutlaka iyi bir incelemeden geçirilmeleri, daha fazla korozyona uğramalarını önlemek için gerekli koruyucu önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

İzmir ili içindeki çelik boru kazıklı yapıların önemlileri demir çelik fabrikalarının iskeleleri, Tuzla iskelesi, körfez içindeki vapur iskeleleri, Çeşme RoRo iskelesi diğer çelik boru kazıklı iskelelerdir.

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

**Derin dolu gövdeli rıhtımlar:** Balıkçı barınakları ve yat limanları genellikle sığ rıhtımlarla donatılmıştır. Bu rıhtımlar ciddi bir hasar riski taşımamaktadır. İzmir civarında derin dolu gövdeli rıhtım uygulamaları sık rastlanan bir yapı türü değildir. Eski pasaport rıhtımları dışında beton bloklu en derin rıhtım Petkim limanı dalgakıranı dışında bulunan rıhtımdır. Bu rıhtımların durumlarının incelenmesinde yarar bulunmaktadır.

**Kıyı Duvarları:** Körfez boyunca kent kıyılarında yer alan kıyı duvarlarının da sağlamlığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Özellikle Karşıyaka ve Mustafa Kemal Sahil Bulvarı kıyı duvarlarında yapımdan sonra geçen zaman süresi içinde kesit değişikliklerinin izlenmesinde yarar görülmektedir.

## SONUÇ

İzmir İli çevresinde bulunan kıyı yapılarının gelecek yıllarda da sağlıklı hizmet verebilmeleri için mevcut durumlarının saptanması ve gerekiyorsa ortaya çıkması olası olumsuzlukların giderilmesi gerekmektedir.

Özellikle dalgakıranların çevresindeki sığlaşma etkileri, dolu gövdeli rıhtım ve kıyı duvarları altındaki boşalmalar, iskele platformları altındaki beton bozulmaları ve çelik borulardaki korozyon seviyesinin saptanması, üzerinde durulması gereken önemli hususlar olarak görülmektedir.

## AFET SONRASINA YÖNELİK PLANLAMA ÇALIŞMALARI: İZMİR ÖRNEĞİ

Mustafa AYDIN  
Vali Yardımcısı  
maydin@izmir.gov.tr

### GİRİŞ

Acil Yardım Planları, tehlike ve risklerin tespit edilerek, kurum ve kuruluşların, sivil toplum örgütlerinin ve toplumun buna karşı etkin stratejilerinin belirlenmesini öngörmektedir.

İllerde 7269 sayılı kanuna dayanılarak çıkarılan “**Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik**” hükümleri gereğince İl Acil Yardım Planları hazırlanmaktadır. Ancak ilgili yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten sonra meydana gelen idari yapılardaki değişikliklere bağlı olarak plan formatı yeni bir anlayış ile geliştirilmiştir.

Bu makalede ilgili yönetmelik, “Başbakanlık Kriz Yönetim Durum Değerlendirme Merkezi - Afet Plan Çalışmaları” formatı ve “Afet Yönetimi” evrelerini göz önüne alarak hazırlanan İzmir İl Acil Yardım Planı çalışmaları anlatılmaktadır.

İlgili yönetmeliğin 4. maddesinin 1. fıkrası uyarınca, **vali ve kaymakamlar, görevli bakanlık, kurum ve kuruluşlar ile askeri birlikler, ilgili mevzuat ve bu yönetmelik gereğince düzenlenecek acil yardım planları** ve acil yardımla ilgili yönergelerle kendilerine verilen görevleri yerine getirmekten ayrı ayrı sorumludurlar. İkinci fıkrada ise, **afetin meydana gelmesinden itibaren, alınması gereken her türlü acil tedbirlerin alınmasından ve acil yardımların bir emir beklemeden yapılmasından afetin meydana geldiği yerin mülki amirinin sorumlu olduğu** açıkça düzenlenmiştir.

Acil yardım planında tanımlanan görevler yönetmelikte belirlenen Hizmet Grupları tarafından yapılmaktadır. Ancak, yönetmeliğin yayınlandığı 08.05.1988 tarihinden bugüne kadar yönetim yapımızda meydana gelen değişimler, büyükşehir belediyelerinin oluşması, yeni düzenlenen yasalar, belediye ve özel idarelere acil yardım planı yapma görevi verilmesi ve bilimsel ve bütünlüklü “Afet Yönetimi” kavramlarının önem kazanması “İl Acil Yardım Planları”nın yeni bir anlayışla ele alınmasını gerektirmektedir.

İzmir ölçeğinde hazırlanan “**İl Acil Yardım Planı**” bu anlayış ile, her türlü afet/ acil durum öncesi, anı ve sonrasında can ve mal koruyucu çalışmaların düzenlenmesini temel almaktadır. Afet olmadan önce eğitilmiş kadrolarını malzeme araç ve gerecin doğru noktalarda konumlandırılması, kurumların tamamının eşgüdümlü olarak eğitim ve donanımının sağlanması gibi faaliyetlerin belirlenmesini, afet meydana gelmesi halinde ise, ortaya çıkabilecek kayıpların ve tehlikelerin giderilmesi öncelikle tehlike ve tehdit altındaki canlıların kurtarılması ilk yardım, kayıpların bulunması, geçici iskan faaliyetlerinin ve lojistik desteğin sağlanması gibi konular belirlenmeye çalışılmaktadır.

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Plan çalışmaları sürecinde, **11 Merkez İlçe İl Planına uyumlu direkt vatandaş ile ilişkileri içeren “İlçe Destek Planları”nı, diğer 19 İlçe ise yönetmelik ile belirlenen 9 hizmet grubunu içeren İlçe Acil Yardım Planlarını** hazırlamışlardır. Büyükşehir olan İzmir ilinde “İl Acil Yardım Planı” idari ve fiziki yapı göz önüne alınarak 11 Merkez İlçeyi kapsayacak şekilde 15 hizmet grubu ile hazırlanmıştır. Ayrıca diğer kurum ve kuruluşların hazırladığı planlar da bu plana eklenmiştir.

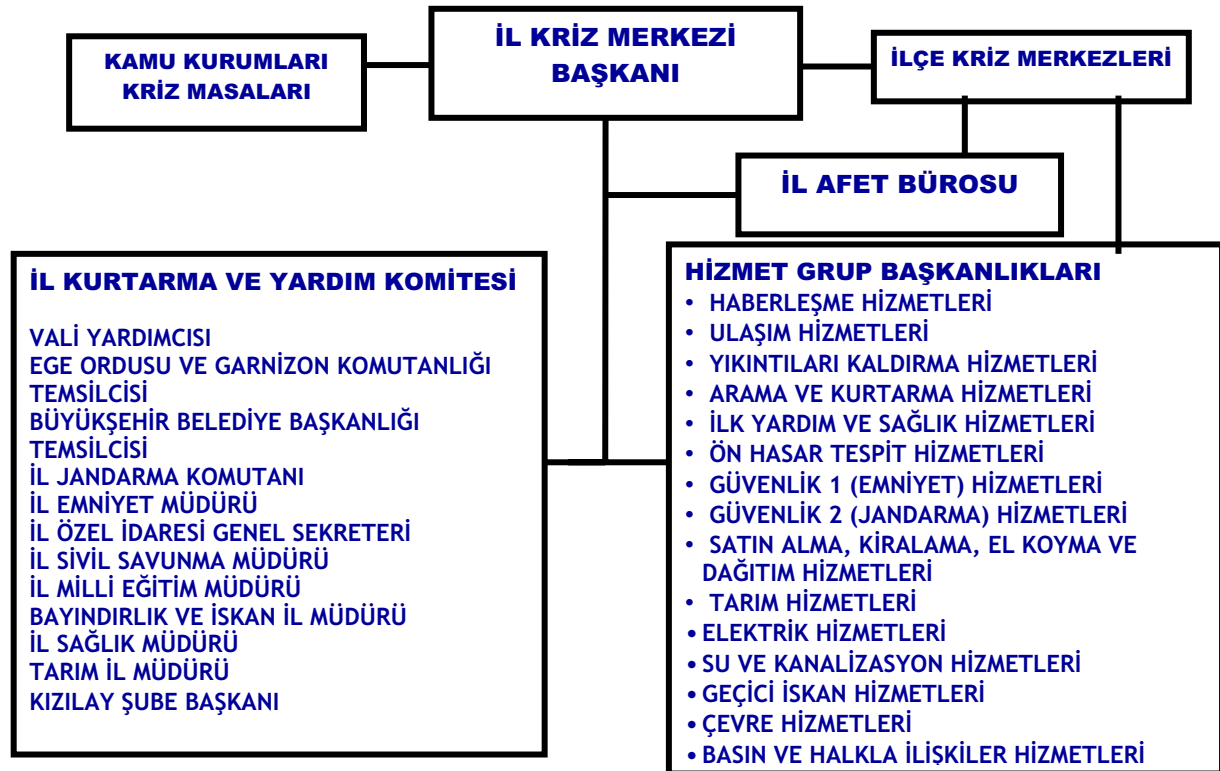
## 1. İL ACİL YARDIM PLANLAMA ÇALIŞMALARI

**İzmir İl Acil Yardım Planı** Yönetmelik ekinde yer alan Ek - 1 plan örneği, Yönetmeliğin 13. maddesinin c bendindeki **Genel Bilgi Dosyası** içinde yer alan bilgiler ile Başbakanlık Kriz Yönetim Durum Değerlendirme Merkezinin hazırlamış olduğu “**Afet Plan Çalışmaları Dosyası**”ndaki plan formatı ve günün koşulları göz önüne alınarak hazırlanmış ve bugünkü halini almıştır.

### 1.1. İdari Yapılanma

#### 1.1.1. İl Kurtarma ve Yardım Komitesi

Yönetmeliğin 14. maddesince, planın yapılması ve uygulanmasını sağlamak, ilçe planlarını incelemek, planda görevli personeli eğitmek ve tatbikatlar düzenlemek, yapılacak yardımların tespit ve teminini sağlamak, görevli kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyonu sağlamak üzere Vali Yardımcısı Başkanlığında İl Kurtarma ve Yardım Komitesi oluşturulmuştur. (Şekil1)



Şekil 1. Örgütlenme Şeması

### 1.1.2. Kriz Yönetim Merkezi/ İl Afet Bürosu

24 saat esasına göre görev yapan İzmir Valiliği Kriz Yönetim Merkezi personeli aynı zamanda ilgili yönetmeliğin 15.maddesinde belirlenen ve komitenin sekreteryaya görevini yürüten İl Afet Bürosu olarak da görev yapmaktadır.

### 1.1.3. Hizmet Grupları

Acil Yardım Hizmetlerinin süratli, sağlıklı ve düzenli yürütülebilmesi için 15 Hizmet Grubu oluşturulmuştur. Bu hizmet gruplarının görevleri şöyle özetlenebilir:

**a. Haberleşme Hizmetleri:** Afet mahalleri ile sürekli haberleşmeyi sağlamak için telli ve telsiz haberleşme ağı kurulması, haberleşme araçlarında oluşacak hasarların süratle onarılarak hizmete sokulması, posta haberleşmesinin sağlanması,

**b. Ulaşım Hizmetleri:** Afet halinde, kara, deniz, metro / demiryollarında oluşacak hasarların süratle onarılması, onarım tamamlanıncaya kadar afet bölgesine ulaşımı sağlayacak alternatif yolların belirlenmesi ve hizmet gruplarının ihtiyacı olan araç ve iş makinelerinin tedarik edilmesi,

**c. Güvenlik-1 (Emniyet), Güvenlik-2 (Jandarma) Hizmetleri:** Afet bölgesinde, çapulculuğu ve menfi propagandaların önlenmesi, kendi sorumluluk bölgeleri içinde; güvenlik, düzen ve trafiğin sağlanması,

**d. Arama ve Kurtarma Hizmetleri:** Afet mahallinde ve yıkıntı altında mahsur kalanlar ile yaralıların kurtarılması, Afet bölgesinde yangından korunma ve önleme tedbirlerinin alınması ile çıkan yangınların söndürülmesi, yardıma gelecek Yabancı Kurtarma Ekiplerini karşılayıp, bu ekiplere rehberlik ederek çalışmaların koordine edilmesi,

**e. İlk Yardım ve Sağlık Hizmetleri:** Hafif yaralı ve hastalar için afet bölgesinde sağlık önlemlerinin alınması ve tedavisi gerekenlerin hastanelere gönderilmesi, sabit ve seyyar yataklı tedavi kurumlarında yatak kapasitelerini artırıcı ve tedavi hizmetlerini hızlandırıcı önlemlerin alınması, aşı, ilaç ve tıbbi malzemelerin temin edilmesi, bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve çevre sağlığının korunması için gerekli önlemlerin alınması, ölümlerin kimliklerinin tespit edilmesi ve gömülmeleri için gerekli işlemlerin yapılması,

**f. Satın Alma, Kiralama, El Koyma ve Dağıtım Hizmetleri:** Hibe yoluyla gelen yardım malzemelerinin yetmemesi halinde satın alma, kiralama veya el koyma yoluyla temin edilmesi, temin edilen yardım malzemelerinin envanterinin tutulması, depolanması, korunması ve ihtiyaç sahiplerine dağıtımının yapılması,

**g. Ön Hasar Tespit Hizmetleri:** Afet bölgesindeki binalarda oluşan hasarların tespit edilmesi ve bu binaların kullanılabilir veya kullanılamaz olduğu konusunda rapor hazırlanması,

**h. Geçici İskân Hizmetleri:** Afetzedelerin geçici iskânlarının sağlanması amacıyla, çadır kent alanlarının, resmi ve özel binaların/tesislerin tespit edilmesi ve buraların düzenlenerek

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



kullanıma hazır hale getirilmesi, afetzedelerin geçici iskân bölgelerine nakillerinin ve geçici iskandaki ailelerin ihtiyaçlarının belirlenmesi ile temininin sağlanması,

**i. Yıkıntıları Kaldırma Hizmetleri:** Ulaşımı engelleyen ve gerekli görülen yıkıntıların kaldırılması ve temizlenmesi, altında insan hayvan ve kıymetli eşyaların bulunduğu tespit edilen yıkıntıları güvenli olarak kaldırılması, arama-kurtarma çalışmalarına makine ekipman desteğinin sağlanması,

**j. Elektrik Hizmetleri:** Afette hasar gören elektrik hat ve kablolarının acil onarımının yaptırılması, önemli tesislerin elektrik sistemlerinin kısa sürede devreye sokulması, geçici iskân birimlerinin enerji ve aydınlatmalarının sağlanması,

**k. Su ve Kanalizasyon Hizmetleri:** Afette hasar gören su ve kanalizasyon tesislerinin acil onarımının yaptırılması, önemli tesislerin kısa sürede devreye girmesi için gerekli tedbirlerin alınması, geçici iskan birimlerinin su ve kanalizasyon tesislerinin ihtiyaçlarının sağlanması,

**l. Çevre Hizmetleri:** Afet durumunda ortaya çıkabilecek çevre kirliliğinin ölçümlerinin yapılması ve bu kirliliğin giderilmesi için gerekli önlemlerin alınması,

**m. Tarım Hizmetleri:** Afet sonrasında sahihsiz veya barınaksız kalmış hayvanları tespit ederek barınma ve gıda ihtiyaçlarının karşılanması, ölen hayvanların sağlığa zararsız hale getirilmesi,

**n. Basın ve Halkla İlişkiler Hizmetleri:** Basın yayın organları desteğiyle afet konusunda vatandaşların sağlıklı şekilde bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve eğitimine yönelik katkının sağlanmasıdır.

1.1.4. Bazı Hizmet Gruplarında Yapılan Çalışmalardan İzmir İl Acil Yardım Planı Örneği:

**a. Lojistik Destek Çalışmaları:**

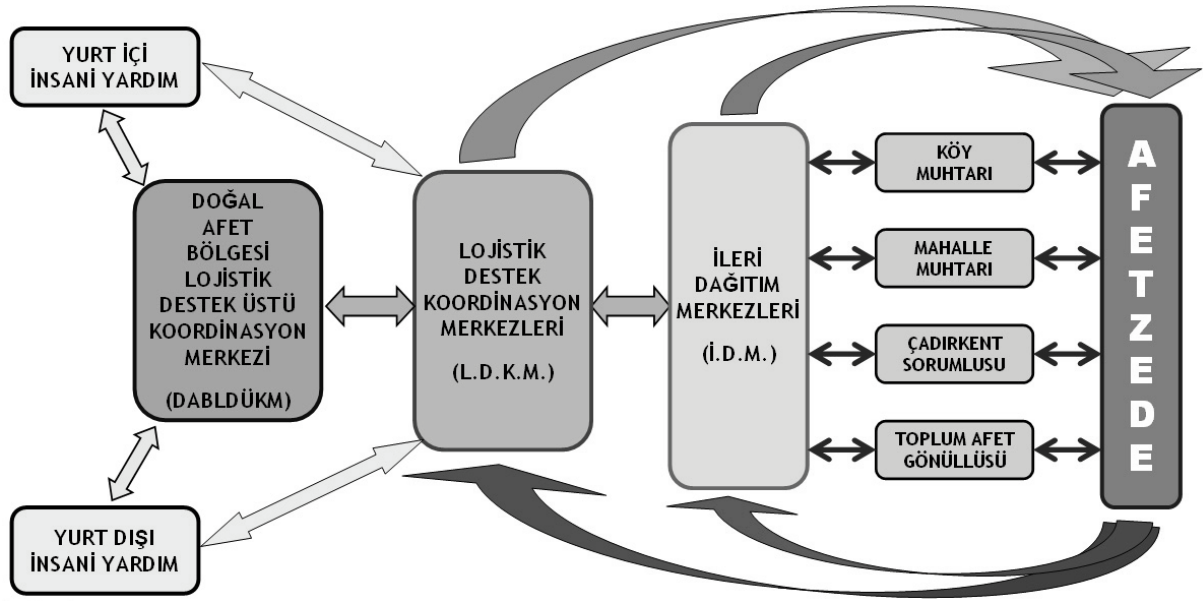
Satın Alma, Kiralama, El Koyma ve Dağıtım Hizmetleri Grubunda **Satın Alma, Kiralama ve El Koyma ile Depolama/Dağıtım olmak üzere** iki(2) servis oluşturulmuş, Depolama/Dağıtım Servisi bünyesinde Doğal Afet Bölgesi Lojistik Destek Üstü Koordinasyon Merkezi (DABLDÜKM) kurulmuştur.

Afet bölgesindeki; ihtiyaçları tespit etmek, gelen insani yardım malzemelerinin envanterini tutmak, malzemelerin düzenli dağıtımını sağlamak amacıyla, çalışmalarını Doğal Afet Bölgesi Lojistik Destek Üstü Koordinasyon Merkezi (DABLDÜKM) denetiminde yürütecek olan (ilimizin giriş/çıkış noktaları da göz önüne alınarak) beş(5) adet Ana Depo/Lojistik Destek Koordinasyon Merkezi (LDKM) oluşturulmuştur.

**Gelen yardımları afetzedelere düzenli ve süratli ulaştırmak üzere de,** Lojistik Destek Koordinasyon Merkezi (LDKM)'ne bağlı, son dağıtım noktaları olarak kırk dokuz(49) adet **İleri Dağıtım Merkezi (İDM)** kurulmuştur. (Şekil 2)

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Şekil 2. Lojistik sistemin işleyişi

### b. Geçici İskân Çalışmaları:

Afetin meydana gelmesinden hemen sonra afetzedelerin yaşayacağı paniği önlenmek ve sağlıklı bilgi alabilmelerini sağlamak amacıyla **İlk Toplanma Yerleri (Güvenli Alanlar)** tespit edilmiştir.(Tablo 1)

Tablo 1. İlk Toplanma Yerleri (Güvenli Alanlar)

İlçesi	Yer Adedi	Toplam Alanı (m <sup>2</sup> )	Kişi Sayısı
Balçova	6	151.400	37.850
Bornova	19	3.617.073	904.266
Buca	9	1.155.500	288.875
Çiğli	10	200.524	50.128
Gaziemir	23	225.350	56.337
Güzelbahçe	7	47.868	11.967
Karşıyaka	32	2.698.362	674.581
Konak	44	1.132.411	283.095
Narlidere	20	158.619	39.646
Toplam	170	9.337.107	2.334.245

Geçici iskan ihtiyacının karşılanması için, ilimiz 11 merkez ilçede 32.718 kişiyi barındırabilecek konumdaki resmi (okullar, yurtlar ve sosyal tesisler, vb.) ve özel kuruluşlara ait (yurt, otel, vb.) binalar belirlenmiştir. Ayrıca, afet sonrasında açıkta kalan afetzedelerin barınma ihtiyaçlarının ildeki bina ve tesislerde karşılanamaması durumunda ilimize yakın olan Aydın, Manisa ve Balıkesir illerindeki kamuya ait sosyal tesis ve misafirhanelerden

yararlanılacaktır. Geçici iskan ihtiyacının karşılanması için, ayrıca, çadır kurulabilecek **Çadır kent Alanları** belirlenmiş ve buraların **yerleşim planları** hazırlanmıştır. (Tablo 2)

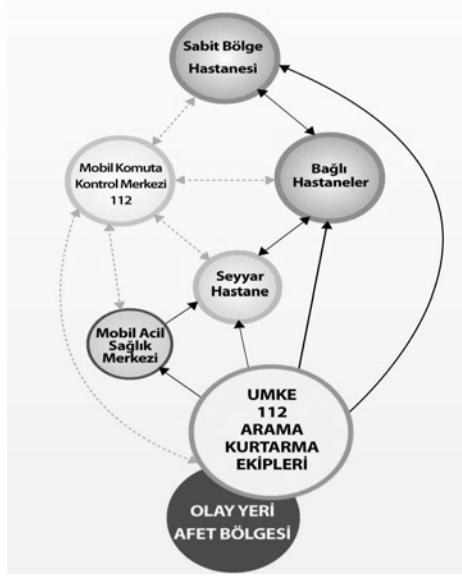
Tablo 2. Çadır kent Alanları

İlçesi	Çadır Yeri Adedi	Toplam Alanı (m <sup>2</sup> )	Çadır Adedi	Kişi Sayısı
Balçova	2	78.850	340	1.360
Bornova	5	344.017	1.028	4.112
Buca	3	135.412	575	2.300
Çiğli	1	238.055	962	3.848
Gaziemir	5	162.900	709	2.856
Güzelbahçe	1	10.074	56	224
Karşıyaka	1	15.700	80	320
Konak	6	357.200	1.067	4.268
Narlidere	0	0	0	0
<b>Toplam</b>	<b>24</b>	<b>1.337.208</b>	<b>4.817</b>	<b>19.288</b>

### c. İlk Yardım ve Sağlık Hizmetleri Çalışmaları:

İlk Yardım ve Sağlık Hizmetleri İl Acil Yardım Planında belirlenen görevlerini daha verimli ve süratli yerine getirebilmek için yönetmelik plan formatında belirtilen çalışmalara destek verecek Hastane Afet Yönetim Planı, UMKE (Ulusal Medikal Kurtarma Ekipleri) oluşturulması gibi çalışmaları da yapmaktadır.

Ayrıca, afetlerde ilçe hastaneleri ile küçük hastanelerde ilk müdahalesi yapılan hastaların ilde bulunan sabit bölge hastanelerine sevk zinciri ile ilgili planlama yapılmıştır.(Şekil 3) Hastaneler, sağlık ocakları ve gerektiğinde hastane olarak kullanılacak binalar ile birlikte 11 merkez ilçede afet yatak kapasiteleri 26.948, ilin tamamında ise, 33.307 olarak planlanmıştır.



Şekil 3. Hasta Sevk Sistemi

#### d. Ön Hasar Tespit Çalışmaları:

Afet sonrasında ön hasar tespit çalışmaları için, sahaya çıkarken yaşanabilecek görevlendirme/ekip oluşturma aşamasındaki karmaşa ve zaman kaybını önlemek amacıyla gruplamalar yapılarak iki ayrı liste düzenlenmiştir.

**Birinci Grup; münferit veya küçük olaylara müdahale etmek amacıyla** sadece Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü teknik personelinden (İnşaat Mühendisi, Mimar ve İnşaat Teknikeri) **ikişer kişilik gruplardan oluşmakta,**

**İkinci Grup; etkili afetlerde,** hizmet grubunda yer alan tüm kuruluşlarda görevli elemanlardan (bir başkan ve iki üyeden) **üçer kişilik gruplar halinde oluşturulmuştur.**

#### e. Arama Kurtarma Çalışmaları:

Arama Kurtarma faaliyetleri **63 ekip ve 425 personel** ile çalışmaları sürdürülmektedir. Ayrıca, yardım için gelen **yabancı ekipleri karşılamak** ve rehberlik etmek ve sahada çalışan diğer arama kurtarma ekipleri ile koordinasyonu sağlamak için afette rehber çevirmenler ile Milli Eğitim Müdürlüğü yabancı dil öğretmenlerinin birlikteliğinde ekipler oluşturulmuştur.

#### Arama Kurtarma Servisi :

Sivil Savunma Arama Kurtarma Birliği Ekipleri **11 Ekip**

AKS 110 Ekipleri **9 Ekip**

Kamu Kuruluşları Kurtarma Ekipleri **18 Ekip**

Özel Kuruluş Kurtarma Ekipleri **2 Ekip**

Sivil Toplum Kuruluşları **2 Ekip**

### **İtfaiye Servisi:**

İtfaiye Ekipleri **21 Ekip görev** yapmaktadır.

Arama Kurtarma Hizmetleri bakımından 11 Merkez İlçe 6 ayrı bölgeye ayrılmış ve her bölgede görev alacak ekiplerin toplanma yerleri belirlenmiştir.

### **f. Yıkıntı ve Enkaz Dökme Alanları:**

Afet sonrasında oluşan yıkıntı ve enkazların gelişigüzel yerlere dökülmesini önlemek amacıyla her ilçeden çıkan enkazın döküleceği “Yıkıntı ve Enkaz Dökme Alanları” tespit edilmiştir.(Tablo 3)

Tablo 3. Yıkıntı ve Enkaz Dökme Alanları

<b>İLÇE</b>	<b>DÖKÜM YAPILACAK ALAN</b>
Balçova	Uzundere Çöp Depolama Alanı
Bornova	4. Sanayi Sitesinin Kuzeyinde Bulunan Saha (Şeytan Deresi)
Buca	Kırıklar Köyü
Çiğli	Sasalı Belediyesinin Güney Mevkii
Gazimир	Gazimир Moloz Döküm Alanı
Güzelbahçe	Güzelbahçe-Payamlı Yolu Güzelbahçe İlçe Güneyinde Kalan Hazine Arazileri
Karşıyaka	Sasalı Belediyesinin Güney Mevkii, Harmandalı Çöp Depolama Alanı
Konak	Çiğli Harmandalı, Işıkkent Otogar Karşısı
Narlıdere	Urla İstikametinde Bulunan Hazine Arazileri

### **g. İş Makinesi Toplanma Alanları:**

Afet sonrasında arama-kurtarma çalışmalarında ve yıkıntı ve enkazların kaldırılmasında gerekli iş makinelerinin süratli ve verimli kullanılabilmesi amacıyla (yerleşim yerlerinin coğrafi yapıları, birbirlerine olan yakınlıkları, nüfus yoğunlukları ve ana ulaşım yollarına bağlantıları göz önüne alınarak) 6 bölgede toplam **23 adet İş Makineleri Toplanma Alanı** tespit edilmiştir.

#### 1.1.5. Kayıp Sorgulama-Bilgilendirme Birimi

Afet sonrasında ulaşılamayan/kayıp afetzedelerin kimliklerini tespit ve durumları (yaralı, ölü, vb.) hakkında bilgi temin etmek, kayıp afetzedeler hakkında farklı kaynaklardan gelen bilgileri karşılaştırmak ve karşılaştırılması/doğrulaması yapılmış sonuç bilgileri ilgili makamlara ulaştırmak amacıyla Kriz Yönetim Merkezi bünyesinde **Kayıp Sorgulama - Bilgilendirme Birimi** oluşturulmuş, görev ve sorumlulukları belirleme çalışmaları devam etmektedir.

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## 2. HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

### 2.1.Senaryo Çalışmaları

İzmir’de can ve mal kaybına neden olacak birincil afet türü olarak deprem ortaya çıktığı için, İzmir İlinin afet senaryosunda, Birleşmiş Milletler-Doğal Afet Zararlarının Azaltılması On Yıllı Programı kapsamında gerçekleştirilmiş olan RADIUS (Kentsel Alanların Sismik Afetlere Karşı İncelenmesinde Risk Değerlendirme Araçları) projesi kapsamında hazırlanan “İzmir Büyükşehir Deprem Master Planı” verileri değerlendirilerek gerekli karşılaştırmalar ve sınımlar yapılmıştır.

Buna göre senaryo depremi ve faraziyeler en kötü olasılığa ve tarihte meydana gelen en büyük depreme göre belirlenmiştir. İzmir körfezini güneyden sınırlayan Doğu-Batı doğrultulu fayın yaratacağı bu senaryo depremi, Şubat ayında gece sabaha karşı **6,5** büyüklüğünde **IX** şiddetinde olacağı, fayın 20 km. uzunluğunda ve 10 km. derinliğinde bir parçasının yırtılabileceği ve faylanma mekanizmasının normal olacağı varsayılmıştır.

Türkiye’de son 70 yıl içerisinde meydana gelen depremlerin sonuçları dikkate alınarak **100 yıkık ve ağır hasarlı yapı için:**

-**Can Kaybı; en az 3 en çok 10 kişi** olarak belirlenmiştir.

-**Yaralı sayısı** olarak dünya istatistikleri **ölü sayısının 3 katı** değer vermektedir.

-**Açıkta kalan insan sayısı; yıkık ve ağır hasarlı konut sayısının il veya ilçedeki hane halkı büyüklüğü ile çarpılması sonucu elde edilir.** Afet Kanunu’na göre orta hasarlı yapıların onarılmadan kullanımına izin verilmediğinden açıkta kalacak insan sayısı tahminlerine yıkık ve ağır hasarlı konutlara ilaveten orta hasarlı yapılar da dahil edilmek sureti ile daha gerçekçi tahmine ulaşılmıştır.

Yol, su, elektrik, kanalizasyon gibi mevcut teknik altyapıda da meydana gelebilecek hasarların tahmini için dünya ortalamaları esas alınmıştır. Bu ortalamaya göre depremin şiddeti VII-IX arasında olan yerlerde, elektrik ve telefon hatlarının %25’inin, su, gaz ve kanalizasyon hatlarında ise her 100 km’de 15 adet kırılma olacağı kabul edilmektedir.

Senaryoya göre, İlimizde elektrik ve *haberleşme tesislerinin* %25’i zarar göreceği, 300 km. uzunluğundaki *ana isale hatlarında* 45 adet, 3538 km. uzunluğundaki *dağıtım hatlarında* ise 530 adet kırık oluşacağı, 750 km. uzunluğundaki *kanalizasyon hatlarında* 110-115 adet kırık meydana gelebileceği tahmin edilmektedir.

Plan metni içinde, otoyol, köprü, viyadük, demiryolu köprü ve ray güzergahları, metro köprü ve tünelleri ile ray güzergahları, havaalanları, limanlar, haberleşme, elektrik, içmesuyu altyapı ve üstyapısı, barajlar ve benzin istasyonlarında meydana gelebilecek hasar ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. Senaryoya göre;

- **163.722 binanın yıkık ve ağır hasarlı,**
- **189.375 binanın orta hasarlı,**
- **237.241 binanın hafif hasarlı olacağı,**

- **En az 4.912, en çok 16.372 kişinin hayatını kaybedeceği,**
- **En az 14.735, en çok 163.722 kişinin yaralanabileceği,**
- **1.235.840 kişinin açıkta kalabileceği** tahmin edilmektedir.

## 2.2.Eğitim Çalışmaları

İlimizde “**Afetlere hazırlık evden başlar**” ilkesinden hareketle,

- Toplumunu bilgilendirmek ve eğitmek,
- Hazırlığı arttırmak,
- Riskleri net olarak ortaya koymak,
- Motivasyonu sağlamak amacıyla eğitim çalışmaları başlatılmış olup, çalışmalar halen sürdürülmektedir.

İlimizde eğitim faaliyetleri, **Temel Afet Bilinci Eğitimi, TAG-SSG Eğitimi, İlk Yardım Eğitimi** ve **Arama-Kurtarma Ekiplerinin Eğitimi** olmak üzere 4 başlık altında gerçekleştirilmektedir.

### 2.2.1. Temel Afet Bilinci Eğitimleri

“**Temel Afet Bilinci**” eğitimleri, ilimizde,

**a)Okullardaki eğitimler,**

**b)Halkın eğitimi,**

**c)Kurum ve kuruluşlarda çalışan personelin eğitimi** olmak üzere 3 başlık altında sürdürülmektedir.

Eğitimler “Deprem Gerçeği - Binalarımız - Ne yapmalıyız?” başlıkları altında İnşaat Mühendisi, Jeoloji-Jeofizik Mühendisi, Sivil Savunma Uzmanı tarafından oluşturulan üçer kişilik eğitici grubu ile verilmektedir.

Ekim 2008 itibariyle okullarımızda **110.000 kişiye** (2006-2007-2008), mahalle ve kurumlarda ise **12750 kişiye** (2006-2007-2008) eğitim verilmiştir.

Ayrıca İBŞB İtfaiye Daire Başkanlığı-İzmir İtfaiyesi Yangın ve Doğal Afet Eğitim Merkezi (İYDEM) Toros Hizmet Binasında ise düzenli olarak, Temel İtfaiyecilik, İtfaiye Personeli Tazeleme Kursları ile Kamu Kurum, Kuruluş ve Şirket Personeli ve öğrencilere eğitimler verilmektedir.

### 2.2.2. TAG-SSG Eğitimi

İlimizde, insanları doğal afetlere karşı hazırlıklı hale getirmek, güvenli bir çevrede yaşama bilincini geliştirmek, mahalleler bazında ve kuruluşlarda yerel hazırlıkları etkinleştirerek toplumsal dayanışmayı arttırmak ve ilgili kamu kuruluşları ile vatandaş işbirliğini geliştirerek koordinasyonu sağlamak amacıyla “**Toplum Afet Gönüllüleri Projesi**” geliştirilmiştir.

**Toplum afet gönüllüsü**, afetlere yönelik yapılacak çalışmaya kendi isteğiyle katılan kişiyi ifade ederken; **mahalle afet gönüllüsü**, mahallede oturan toplum afet gönüllüsünü ifade etmektedir. Mahalle afet gönüllüleri mahalle muhtarlığının koordinasyonunda gönüllüler arasından belirlenir. **Kuruluş afet gönüllüsü** ise bir kuruluşta çalışan toplum afet gönüllüsünü ifade eder.

Bu kapsamda, 12 İlçede bilgilendirme toplantısı yapılmış ve Ekim 2008 itibariyle **1980** kişiye eğitim (2006–120 kişi, 2007-1777 kişi, 2008-83 kişi) verilmiştir.

### 2.2.3. İlyardım Eğitimi:

Bilinçli ilkyardımın hayat kurtaracağı düşüncesinden hareketle İl Sağlık Müdürlüğü ve Kızılay İzmir Şubesi İlyardım Eğitim Merkezi'nce ilkyardım eğitimleri verilmektedir.

### 2.2.4. Arama- Kurtarma Eğitimi:

İlimizde yer alan arama-kurtarma ekiplerinin eğitimleri Sivil Savunma Arama Kurtarma Birlik Müdürlüğü'nce gerçekleştirilmektedir.

### 2.2.5. Kitap-Broşür Çalışmaları:

Eğitim çalışmalarında kullanılmak üzere 2006 Yılında:

- Deprem-Hazır mıyız?
- Deprem-Ne Yapacağımızı Biliyor muyuz?
- Toplum Afet Gönüllüleri

başlıklı 3 adet broşür bastırılmıştır.

2008 yılında:

- “Afet Bilgi Rehberi – 2008” broşürü
- “Doğal Afetler ve İzmir” başlıklı kitapçık bastırılmıştır.

Ayrıca YG21 ve Valiliğin birlikte hazırlayarak bastığı üç ayrı kitap basımı gerçekleştirilmiştir.

## 2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışmaları

Acil durum yönetimi konusunda etkin ve doğru karar verilebilmesi, acil yardım hizmet gruplarının çalışmalarına destek olabilecek bilgiye hızlı erişim ve etkin kullanım amacıyla Kriz Yönetim Merkezi'nde Acil Durum Yönetimi ve Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmaları yürütülmektedir.

İzmir Valiliği Kriz Yönetim Merkezi bünyesinde yapılan Coğrafi Bilgi Sistemleri çalışmalarında MapInfo Professional 8.5, Vertical Mapper 3.1.1 ve MapBasic 7.5 programları kullanılmakta olup, çeşitli kurum ve kuruluşlardan farklı formatlardaki sayısal haritalar ve tablosal sözel bilgiler alınmıştır. Bu bilgiler, MapInfo programı kullanılarak sisteme entegre edilip, birbirleriyle ilişkilendirilerek kullanılır hale getirilmiştir. Elde edilen bu harita ve haritalarla ilişkilendirilmiş tablosal bilgilerden faydalanılarak, amaçlar doğrultusunda harita

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



üretimi ve sorgulamalar yapılmaktadır. Bu bilgiler belirli periyotlarda güncellenip, üzerinde çeşitli sorgulamalar geliştirilmeye devam edilmektedir.

Bu çalışmalarda şu veri girişleri yapılmış olup çeşitli haritalar üretilmiştir:

- **Resmi Binalar** (Kaymakamlık, Kamu Kurumları, Lojmanlar, Emniyet Binaları, Muhtarlık Binaları, Askeri Tesis ve Binalar, Konsolosluklar, vs)
- **Sağlık Kurumları** (Hastaneler, Poliklinikler, Dispanserler, vs)
- **Eğitim Tesis ve Binaları** (Okullar, Halk Eğitim Mrk., Öğrenci Yurtları, vs)
- **Turistik ve Kültürel Tesisler** (Oteller, Termal Tesisler, Kültür Sanat Tesisleri, Tarihi ve Turistik Yapılar, sit alanları vs)
- **Ulaşım Tesis ve Binaları** (Havalimanı, Vapur iskeleleri, Otoparklar, vs)
- **Haberleşme Tesis ve Binaları** (Posta İşletmeleri, Telekom Binaları, vs)
- **Sosyal Hizmet Tesis ve Yapıları** (Misafirhaneler-Sos. Tesisler, Huzurevleri, vs)
- **Çeşitli Tesis, Bina ve Alanlar** (Meslek Odaları, Spor Tesisleri/Alanları, Pazar Yerleri, Su Depoları, Mezarlıklar, vs)
- **Afette Kullanılacak Alan ve Tesisler** (Afette hastane olarak kullanılacak binalar, Çadır kent Alanları, Helikopter iniş alanları, İş Makineleri Toplanma Alanları, vs)
- **İdari sınırlar** (İl-İlçe-Köy-Mahalle sınırları ve nüfus verileri)
- **Fay Hatları** (Diri, olası diri ve çizgisel faylar ile 1900 yılından sonra ilimizde olmuş 3'ten büyük depremlerin yerleri)
- **Deprem İstasyonları** (Kuvvetli ve Zayıf Yer Hareketleri İstasyonları)
- **Hidroloji** (Irmak, dere, kuru dere, göl-gölet, barajlar, baraj koruma sınırları, sulama kanalları, regülâtörler, vs)
- **Deniz Yapıları** (Balıkçı barınakları, balık çiftlikleri, deniz fenerleri, liman ve iskeleler)
- **Toprak Sınıflaması** (Arazi kullanım, toprak özellikleri, büyük toprak grupları, arazi tipleri, arazi kullanım kabiliyeti ve kabiliyet alt sınıfları)
- **Orman Amenajman Planları** (Orman kapalılığı, arazi kullanımı, mescere)
- **Yol Haritaları** (Daimi araç yolları, iki şeritli yollar, iki ve daha fazla şeritli yollar, otoyollar, yaz araç yolları)
- **Sanayi** (Organize sanayi bölgeleri, küçük sanayi, serbest bölge)
- **Sayısal Yükseklik Modeli.**
- **Eğim Bakı Haritası.**

## 2.5. Deprem İstasyonu Çalışmaları

- **AİGM Deprem Araştırma Dairesi- Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonları** (İvmeölçerler) : (6 tane) Bornova, Dikili, Foça, Güzelyalı, Kınık, Ödemiş
- **DEÜ ve AİGM Deprem Araştırma Dairesi- Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonları** (İvmeölçerler) : (16 tane) Balçova, Bornova, Buca, Bayraklı(2 tane), Bostanlı, Güzelyalı, Konak, Karşıyaka, Manavkuyu-Bornova, Mavişehir, Çamdibi, Urla, Yamanlar, Yeşilyurt, Kaynaklar
- **AİGM Deprem Araştırma Dairesi- Zayıf Yer Hareketi İstasyonları** : ( 2 tane) Bornova ve Urla

- **BÜ Kandilli Rasathanesi- Zayıf Yer Hareketi İstasyonları** : (2 Tane) Bornova ve Balçova

### 3. KOORDİNASYON

İlimizde oluşacak bir afet anında ihtiyaç durumuna göre İl Kurtarma ve Yardım Komitesi ve/veya hizmet grup başkanları Valinin Başkanlığında Hükümet Konağı içerisindeki İl Kriz Yönetim Merkezinde, buranın hasar görmesi halinde ise Bornova İlçesinde bulunan Sivil Savunma Müdürlüğü hizmet binasında; hizmet grupları ise başkan yardımcıları başkanlığında acil yardım planlarında belirtilen toplanma yerlerinde toplanacaklardır.

#### 3.1. Ege Ordu ve Garnizon Komutanlığı İle İlişkiler

İlgili yönetmelik gereği, bir doğal afet meydana geldiğinde acil yardım faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesinden; vali ve/veya kaymakamlar sorumlu olup, 7269 sayılı kanunun 7. maddesi ve ilgili yönetmeliğin 50. maddesinde askeri birliklerden yardım isteme usul ve esasları belirlenmiştir.

T.S.K. İç Hizmet Kanunu (Madde 112), T.S.K. İç Hizmet Yönetmeliği (Madde 709)'ne ve ilgili yönetmelik hükümlerince afet meydana gelmesi halinde mülki amirlerin yardım talepleri olduğunda Garnizon Komutanlığı mevcut sistem ve imkânları ile yardımcı olacaktır.

Ege Ordu Komutanlığınca hazırlanmış olan **“Doğal Afet Yardım Harekât Planı”** talep halinde komutanlık emri ile yürürlüğe girecektir.

Ege Ordu Komutanlığına bağlı tali bölge komutanlıkları ve sorumluluk bölgeleri Tablo 4 'te gösterildiği gibi belirlenmiştir.

TSK İç Hizmet Kanunu (Mad. 112); Yer sarsıntısı, yangın, su basması, yer kayması, kaya düşmesi, çığ ve benzeri tabii afetler zuhurunda 7269 sayılı kanun ve ekleri hükümleri dahilinde hareket olunur,

TSK İç Hizmet Yönetmeliği (Mad. 709); Afet bölgelerinde veya civarında bulunan TSK kumandan ve amirleri, hazarda kendilerinden vali veya kaymakamlar tarafından istenilecek yardımları üstlerinden emir beklemeksizin yapmaya mecburdurlar denmektedir.

Türk Silahlı Kuvvetlerinden afetin büyüklüğüne göre aşağıda belirtilen konularda talebin olacağı değerlendirilmektedir:

- a. Afet bölgesinin durumu hakkında ilk tespitlerin yapılması.
- b. Arama ve kurtarma faaliyetleri,
- c. Acil haberleşme.
- d. Hayat kurtarmak ve hayatta kalan insanların can ve mal emniyetini sağlamak,
- e. Afetzedelerin tahliyesi ile ilk yardım çalışmaları,
- f. Afetzedelerin yedirme, giydirme gibi lojistik destek ve geçici iskan ihtiyaçlarını karşılamak,

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- g. Ölülerin defnedilmesi ve salgın hastalıkların önlenmesi çalışmaları,  
h. Enkaz kaldırma ve temizleme çalışmaları.

Tablo 4. Tali Bölge Komutanlıkları ve Sorumluluk Bölgeleri

<b>TALİ BÖLGE KOMUTANLIKLARI</b>	<b>SORUMLULUK BÖLGELERİ</b>
Hava Sınıf Okul ve Teknik Eğitim Merkez Komutanlığı GAZİEMİR	GAZİEMİR ve MENDERES ilçeleri
57. Topçu Tugay Komutanlığı BORNOVA	BORNOVA, BUCA, ÇİĞLİ, KARŞIYAKA, KEMALPAŞA ve MENEMEN ilçeleri
Ulaştırma Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı GAZİEMİR	BAYINDIR, BEYDAĞ, KIRAZ, ÖDEMİŞ, SELÇUK, TİRE ve TORBALI ilçeleri
Çıkarma Filosu Komutanlığı FOÇA	ALİAĞA ve FOÇA ilçeleri
İstihkam Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı NARLIDERE	BALÇOVA, KONAK, NARLIDERE, ÇEŞME, KARABURUN, SEFERİHİSAR ve URLA ilçeleri

### 3.2. Diğer İller ile İlişkiler:

Afetin büyüklüğüne göre İçişleri Bakanlığı'nca belirlenen Karşılıklı Yardımlaşma ve İşbirliği Protokolü dahilinde yer alan “*Aydın, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Düzce, Edirne, İstanbul, Karabük, Kırklareli, Kocaeli, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Tekirdağ, Uşak, Yalova*” illerinden yardım talebinde bulunulacaktır. Genel hayata etkili olabilecek afet durumunda ildeki yönetim kadrosu çeşitli nedenlerle görev yapamaz hale gelebilir ve buradaki çalışmaları yönetmek ve yönlendirmek üzere bu illerden Mülki Amirler (Vali Yardımcıları) görevlendirilebilir. İzmir ili 11 merkez ilçesinin yer aldığı metropol alan 5 ana sorumluluk bölgesine ayrılarak bu bölgelerde hangi mülki amirin görev yapacağı belirlenmiştir. (Tablo 5)

Tablo 5. Mülki İdare Amirleri Sorumluluk Bölgeleri

<b>SORUMLULUK BÖLGE NUMARALARI</b>	<b>SORUMLULUK BÖLGELERİ İÇERİSİNE GİREN İLÇELER</b>	<b>MÜLKİ AMİRLERİN GÖREVLİ OLDUĞU İLLER</b>
1	BALÇOVA NARLIDERE GÜZELBAHÇE	BOLU – DÜZCE – KOCAELİ – SAKARYA
2	BORNOVA	BALIKESİR – MANİSA – BURSA – UŞAK
3	BUCA GAZİEMİR	AYDIN – DENİZLİ – KÜTAHYA – MUĞLA
4	ÇİĞLİ KARŞIYAKA	ÇANAKKALE – EDİRNE – KIRKLARELİ – TEKİRDAĞ
5	KONAK	BİLECİK – İSTANBUL – KARABÜK – YALOVA

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

### 3.3. Kaymakamlıklar ile ilişkiler

#### 3.3.1. 11 Merkez İlçe Kaymakamlığı İle İlişkiler

11 ilçe (Balçova, Bornova, Buca, Çiğli, Gaziemir, Güzelbahçe, Karşıyaka, Konak, Narlıdere, Bayraklı, Karabağlar) il acil yardım planına destek olmak üzere, il planının ilgili bölümleri ile uyumlu, tanımlanan iş ve işlemleri destekleyici nitelikte ve ağırlıklı olarak kamu vatandaş ilişkilerine yönelecek, hizmet grupları itibariyle; **Güvenlik, Satın Alma-Kiralama-El Koyma-Dağıtım, Geçici İskan ve Ön Hasar Tespit** Hizmetleri ile ilgili hizmet gruplarından oluşan İlçe Destek Planlarını hazırlamışlardır.

#### 3.3.2. 19 İlçe Kaymakamlığı İle İlişkiler

İlimizdeki diğer 19 ilçe ise Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik hükümlerine göre İlçe Acil Yardım Planlarını hazırlamışlardır.

### 3.4. Hizmet Grup Başkanlıkları İle İlişkiler

Acil Yardım Hizmetlerini yürütmek üzere oluşturulan 15 Hizmet Grup Başkanlığı, planlarını “Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik”in 12. maddesinin “o” bendi hükmü gereği hazırlayarak, Afet Bürosuna vermekte ve takiben bu planlar Komite tarafından incelenerek Vali’nin onayına sunulmaktadır.

Hizmet Grup Başkanları hazırladıkları planların güncelliğinin sağlanmasından ve grubunda görevli personele görevlerini tebliğ etmekten sorumludurlar. Hizmet gruplarının diğer hizmet grupları ile hangi konularda nasıl koordinasyon sağlayacağı hizmet gruplarının kendi planlarında belirtilmektedir.

## 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde yerleşim yerlerinde meydana gelebilecek bir afet sonrasında ortaya çıkabilecek kayıp ve zararlar büyük boyutlarda olabilmektedir. **Yaşanan maddi ve manevi kayıplar**, toplumun, kurum ve kuruluşların, sivil toplum örgütlerinin, birlikte koordinasyonu ile zarar azaltma ve hazırlık çalışmalarına önem veren, afet sonrasında da nasıl bir strateji belirleyeceğini öngören planlar hazırlanmasını zorunlu kılmıştır.

İzmir İl Acil Yardım Planı, yalnızca afet/acil durum anı ve sonrasına yönelik sürece ilişkin olarak çözüm üretmeyi amaçlayan bir planlama çalışması değildir,

Bu plan hazırlanırken; bütünleşik afet yönetim anlayışı ile evrelerin her aşamasında görevli birimler arasında güçlü koordinasyon sağlayarak, zarar görülebilirliği azaltmak amacıyla tehlikeler tahmin edilmeye çalışılmıştır. İlk müdahalenin yerel olacağı düşünülerek planlama yapılmıştır. Afet/ Acil Durum olaylarının tümü için hazırlanmış ancak birinci sıradaki risk deprem olduğu için, senaryo öncelikle deprem olayı üzerine hazırlanmıştır. Diğer riskler de göz önüne alınarak yeni senaryoların hazırlanması ve Valiliğimiz Kriz Yönetim Merkezinde oluşturulan Danışma Kurulu’ nun katkı ve önerileri ile zenginleştirilmesi hedeflenmiştir..

---

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Afet yönetiminin dört evresinin içerecek şekilde hazırlanmış olması ve bir yol haritası niteliği taşıması itibariyle, planın başta büyükşehirler olmak üzere diğer illerdeki plan çalışmalarında da yol gösterici olarak ele alınacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

88/12777 sayılı Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik

7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun

İzmir Valiliği, İl Acil Yardım Planı, İzmir Valiliği, 2007.

JICA Türkiye Ofisi, Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, Mart 2006

Mersin O.Arıkan Ş. "İzmir Acil Yardım Planı", TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara 2007, sayfa 313.

## AFET YÖNETİMİ VE ACİL YARDIM PLANLARI

Necmettin ŞAHİN  
Yük. Şehir Plancısı  
nsahin@izmir.gov.tr

### GİRİŞ

Afetler, nerede, ne zaman, hangi büyüklükte, nasıl ve ne türde meydana geleceği baştan bilinemeyen ve tahmin edilemeyen olaylardır. Bu nedenle insanlar/toplumlar afetlere çoğu zaman hazırlıksız yakalanmış ve büyük can ve mal kayıpları vermiştir. Afetler pek çok ülkede tamiri çok güç kayıplara ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişme sürecinin de yıllarca sürebilen kesintilere uğramasına neden olmaktadır.

Bir ülke ne kadar gelişmiş olursa olsun, doğal afetlerden etkilenmektedir. En gelişmiş ülkeler bile, bu doğal afetlerin oluşmasını engelleyememekte, sadece önceden önlemler alarak bu olayların olumsuz etkilerini en aza indirmeye çalışmaktadır.

Topraklarının % 90'dan fazlası deprem riski ile karşı karşıya bulunan, büyük çaplı afetlerin meydana gelme sıklığı açısından dünya ülkeleri içerisinde ilk sıralarda yer alan ülkemizde afet öncesi ve afet sonrasında gerçekleştirilmesi gereken faaliyetlerin bir bütün olarak yürütülmesi, koordine edilmesi ve yönetilmesini kapsayan afet yönetimi yaşamsal önem taşımaktadır.

Bu metinde, afet yönetimi ve acil yardım planları ile ilgili kuramsal bazı bilgiler verilerek afet yönetiminin evreleri ve acil yardım planlarının özellikleri ve plan yapılırken göz önüne alınacak konular ile yapılması gerekenler anlatılmaya çalışılmıştır.

### 1. AFET TANIMI VE AFET TÜRLERİ

#### Afet Nedir?

Genel kabul gören ve yaygın olarak kullanılan tanıma göre; **afet**, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları olumsuz etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi olanak ve kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği, doğal, teknolojik veya insan kökenli olaylar ve doğurduğu sonuçlardır.

Afetin büyüklüğü genel olarak, olayın neden olduğu can kayıpları, yaralanmalar, yapısal hasarlar, sosyal ve ekonomik kayıpların büyüklükleri ile değerlendirilmektedir.

#### Afet Türleri

Afetin türleri ile ilgili farklı yaklaşımlar mevcut olup, bazen ikili, bazen üçlü, bazen de dördü sınıflama yapılmaktadır. Ancak, "Avrupa Atlantik Afet Müdahale Merkezi Yönergesi" ekinde afetler;

---

\*Bu Bildiri Şehir Plancıları Odası Adına Düzenlenmiştir.

**a. Doğal Afetler****b. Teknolojik (ve İnsan Kaynaklı) Afetler**

olarak sınıflandırılmış olup, genel olarak bu sınıflama kullanılmaktadır (Doğan, 2007).

Doğal afetler, ansızın veya belli bir süreç içinde oluşup, yerleşim ve üretim alanlarında alışlagelmiş yaşamı bozarak, genel yaşamı etkileyen, doğal yer ve hava hareketleridir. Kısaca, afet olaylarının “doğal kökenli olanları” dır şeklinde de tanımlanabilir. Depremler, su baskınları, toprak kaymaları, heyelanlar, kaya düşmeleri, çığ, kuraklık, volkan patlamaları, yangınlar, fırtına, kasırga, hortum, tayfun, tsunami gibi afetler doğal afetlerdendir.

Nükleer ve kimyasal kazalar, sanayi kazaları, trafik kazaları, baraj patlamaları, yangınlar, salgın hastalıklar, savaşlar, terör olayları terörizm ile ilgili eylemler teknolojik ve insan kaynaklı afetler içinde yer almaktadır. Teknolojik ve insan kaynaklı afetler doğal bir afet tarafından da tetiklenebilir.

## 2. AFET YÖNETİMİ VE YÖNETİM EVRELERİ

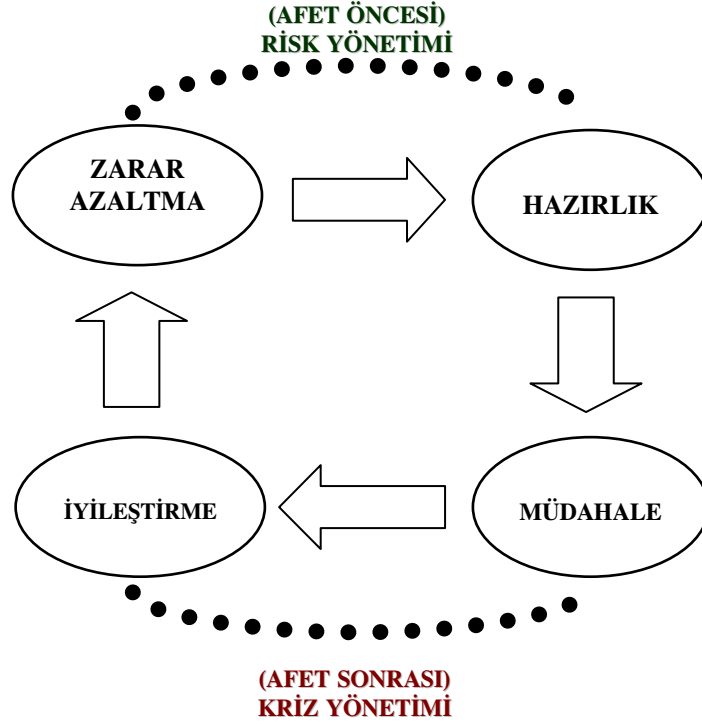
### a) Afet Yönetimi:

Afet Yönetimi, afetlerin önlenmesi ve zararlarının yok edilmesi veya azaltılması amacıyla afet öncesi ve sonrasında yapılması gereken faaliyetlerin planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi ve uygulanması için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, kaynaklarının bu ortak amaç doğrultusunda kullanımını gerektiren bir yönetim şekli olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere afet yönetimi, çok yönlü, çok aktörlü, çok disiplin gerektiren, çok kapsamlı, dinamik ve karmaşık bir yönetim şeklidir. Ayrıca, afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Çok katmanlıdır; çünkü bireyden başlayıp, ulusal ve giderek uluslar arası birçok kamu ve özel kurum ve kuruluşları bu sürecin belirli noktalarında yer alırlar. Çok aşamalıdır; çünkü içinde, zarar azaltma, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme aşamalarını barındırmaktadır.

Afet yönetimi, zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme olmak üzere 4 temel evreden oluşmaktadır (Şekil 1). Afet yönetim döngüsü olarak adlandırılan birbirini takip eden, birbirleri ile bağlantılı bir yapıyı oluşturan bu dört evreyi bir birbirlerinden kesin olarak ayırmak mümkün değildir. Zira bu evreler bazen çakışabilir, bazen de aynı anda yürütülmeleri gerekebilir.

Bir önceki evrede yapılan faaliyetlerin etkinliği, büyük ölçüde bir sonraki evrede yapılacak faaliyetlerin başarısını etkilemekte olduğundan afetlerin en az zararla atlatılabilmesi için her bir evrenin dikkatle ele alınması gerekmekte, ilgili evrede yapılması gerekenler eksiksiz tüm teknolojik ve yönetsel yetenekler kullanılarak yapılmalıdır.

Afet öncesi faaliyetleri oluşturan zarar azaltma ve hazırlık evrelerindeki çalışmalar risk yönetimi çerçevesinde, afet sonrası faaliyetleri oluşturan müdahale ve iyileştirme evrelerindeki çalışmalar ise kriz yönetimi çerçevesinde yürütülmektedir.



Şekil 1. Afet Yönetim Döngüsü

Bu nedenle afet yönetim evrelerinin açıklamalarını yapmadan önce kısaca, risk-risk yönetimi ve kriz-kriz yönetimi tanımlarını yapmak gerekmektedir.

**Risk**, gelecekteki belirli bir zaman içerisinde, belirli bir tehlikenin, bu tehlikeye maruz olan değerler veya tehlike altındaki unsurlara bunların zarar veya hasar görülebilirliklerine bağlı olarak, verebileceği zararları ifade eder.

Zaman zaman risk ile afet aynı şeylermiş gibi algılanmaktadır. Oysa tanımlar dikkatli incelendiğinde afetin, olmuş bir olayın yol açtığı kayıp ve zararların tümünü ifade ettiği, riskin ise, olay olmadan önce yol açabileceği olumsuz sonuçların belirlenmesi veya tahmin edilmesi faaliyetleri olduğu görülmektedir.

**Risk yönetimi**, afetler sonrasında oluşabilecek zarar ve olumsuzlukların en aza indirilebilmesi için, bu olumsuzlukların niteliklerinin araştırılması ve zararları azaltmak üzere önceden alınabilecek etkin önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasıdır.

**Kriz**, olağanüstü bir olay veya afet ile ortaya çıkan güç durum ve dönemler olarak tanımlanabilir.

**Kriz yönetimi**, afet durumunda oluşan sorunların belirlenip en kısa sürede en az zararla atlatılması için gerekli kararların süratle alınması ve uygulanması faaliyetlerini kapsar.

#### b) Afet Yönetim Evreleri:

Afet yönetimi içinde yer alan 4 evrenin özellikleri bu evrelerde yapılacak çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.



## 1. Zarar Azaltma

Afet tehlikesinin önlenmesi veya büyük kayıplar doğurmaması için alınması gereken tüm önlemler ve faaliyetleri içerir. Bu faaliyetler birçok kurum ve kuruluşla, çok çeşitli disiplinlerin belirli bir hedef doğrultusunda çalışmasını gerektiren uzun vadeli çalışmalardır.

Zarar azaltma evresi, pratikte, iyileştirme evresindeki faaliyetlerle birlikte başlar ve yeni bir afet olana kadar devam eder. Bu evrede yürütülen faaliyetler, ülke, bölge ve yerleşme birimi ölçeğinde olmak üzere çok geniş uygulama alanı göstermektedir.

Bu evrede ülke ve bölge ölçeğinde yapılması gereken başlıca çalışmalar:

- Afet anında uygulanacak yasal mevzuat ile alan kullanım, yapı ve deprem yönetmeliklerinin gözden geçirilmeleri ve gerekiyorsa yeniden düzenlenmeleri,
- Afet tehlikesi ve riskinin makro ve mikro ölçekte yeniden belirlenmesi, geliştirilmesi ve tehlike haritalarının hazırlanması,
- İhtiyaç duyulan bilimsel ve teknik araştırma-geliştirme faaliyetlerinin planlanması ve uygulanması,
- Ülke için deprem kayıt şebekeleri ve afet erken uyarı ve kontrol sistemlerinin kurulması ve geliştirilmesi,
- Afet zararlarının azaltılması konusunda ilgili her kesimi kapsayan geniş kapsamlı eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi,
- Afet zararlarının azaltılması kavramının, kalkınmanın her aşamasında dahil edilmesi ve uygulamasının sağlanması,
- Afetlere karşı önleyici ve zarar azaltıcı mühendislik tedbirlerinin geliştirilmesi ve uygulanması (Ergünay, 2002).

Yerleşme ölçeğinde ise aşağıdaki çalışmaların yapılması gerekmektedir.

- Afet tehlikesi ve riskinin belirlenmesi, mümkünse önlenmesi veya büyük kayıplar doğurmaması için alınması gereken önlemlerin alınması,
- Toplumun afet tehlikesi ve riski konusunda bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve baş edebilme kapasitesinin geliştirilmesi,
- Afet öncesi ve sonrasında uygulanan mevzuat ve kurumsal yapılanmanın geliştirilmesi,
- Araştırma-geliştirme politika ve stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması.

## 2. Hazırlık

Olası bir afette ortaya çıkabilecek kayıpların ve tehlikelerin giderilmesi ve tehdit altındaki canlıların kurtarılması, kayıpların bulunması ve acil yardım gereksinimlerinin karşılanması amacıyla, arama-kurtarma kabiliyetinin geliştirilmesi ve zinde tutulması için gerekenlerin yapılmasıdır. Ayrıca, afet sonrasında hemen başvurulacak sağlık, barınma ve günlük tüketim konularındaki gereksinimler için stok oluşturma ve dağıtım hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin ilkelerin belirlenmesi ve uygulamaların yapılandırılması işlerini kapsar.

Zarar azaltma evresinde alınan önlemlerle olayların durdurulması veya önlenmesi her zaman mümkün olmayacağı için, hazırlık evresinde de insan canı ve malı ile milli servetleri, afetlerin yıkıcı etkilerinden koruyacak bazı faaliyetlerin yürütülmesi zorunlu olmaktadır. Bu faaliyetler arasında;

- Merkezi düzeyde afet yönetimi ile ilgili planların hazırlanması ve geliştirilmesi,
- İl ve ilçe düzeyinde “Acil Yardım Planlarının” hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Bu planlarda görevli personelin görev tanımlarının (neyi, nerede, hangi araçlarla nasıl yapacağı) belirlenmesi,
- Bu planlarda görev ve sorumluluk verilen personelin eğitim ve tatbikatlarla bilgi düzeylerinin geliştirilmesi,
- Gerekğinde bölge teçhizat merkezleri kurulması ve kritik malzemelerin stoklanması,
- Arama-Kurtarma faaliyetlerinin örgütlenmesi, geliştirilmesi, eğitimi ve yaygınlaştırılması,
- Alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, işletilmesi ve geliştirilmesi gibi ana faaliyetler sayılabilir.

Hazırlık evresindeki faaliyetler yalnızca afetin alarm süresi içerisinde yapılan kısa süreli faaliyetler olarak görülmemelidir. Bu faaliyetler olayın yıkıcı etkilerini azaltacak ve insan canı, malı ve milli servetleri koruyacak uzun ve kısa süreli birçok faaliyeti de içerebilir. Bu yönüyle de zarar azaltma evresinde belirtilen faaliyetlerle iç içe girmişlerdir.

### 3. Müdahale

Afet sırasında veya hemen sonrasında, mümkün olan en kısa süre içerisinde çok sayıda insan hayatını kurtarma, yaralıların tedavisini sağlama, açıkta kalanların, barınma, beslenme, tahliye, korunma, ısınma, güvenlik, psikolojik destek gibi hayati gereksinimlerini karşılama çalışmalarının tümüdür.

Müdahale evresinde yapılacak tüm faaliyetler devletin tüm güç ve kaynaklarının en hızlı şekilde ve etkili yöntemlerle afet bölgesinde kullanılmasını amaçladığından çok iyi bir koordinasyonu gerektirmekte ve olağanüstü koşullarda uygulanması zorunluluğu, olağanüstü hazırlık ve yetkiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu evrede süreç afetin oluşundan hemen sonra anında yapılan müdahale ile başlar ve çok kısa süreli olabileceği gibi, afetin büyüklüğüne bağlı olarak 1-2 aylık bir süreyi kapsayabilir.

Müdahaledeki ana hedef söz konusu faaliyetlerin, en kısa süre içerisinde ve en uygun yöntemlerle gerçekleştirmektir.

### 4. İyileştirme

Afete uğrayan toplumun yaşam koşullarını yeniden oluşturma amacıyla, olası afet risklerini azaltmak için sistemli bir özendirme ve gerekli düzenlemeleri yapmak için alınan kararlar ve faaliyetlerin tümüdür.

Afetler ile ortaya çıkan acil duruma ilişkin görevlerin yerine getirilmesinden sonra, sıra yerel toplulukların ve bireylerin elden geldiğince ivedilikle afet öncesi yaşam koşullarına kavuşturulmasına gelmektedir. Bu normale dönüş süresinin mümkün olduğunca kısaltılması iyileştirme çalışmalarının başlıca amacıdır.

Bir afetin oluşundan hemen sonra başlayarak, afetin büyüklüğüne bağlı olarak 1-2 yıl sürebilen tüm faaliyetlerdir.

İyileştirme evresinde ana hedef, afete uğramış toplulukların, haberleşme, ulaşım, su, elektrik, kanalizasyon, eğitim, sosyal aktiviteler, geçici ve kalıcı iskan, çalışma ve ekonomik alanlardaki hayati aktivitelerinin en az düzeyde karşılanarak, zaman içerisinde geliştirilerek devamını sağlamak ve sonuçta etkilenen insanlar için afet öncesinden daha güvenli ve gelişmiş bir yaşam çevresi oluşturmaktır.

İyileştirme:

- Yerel bir çalışmadır,
- Çok yönlü bir çalışmadır,
- Afet yönetiminin de gözden geçirilmesini gerektirebilir,
- Tekrarlanabilir afet tehlikesi karşısında daha güçlü olmayı gerektirir,
- Eskiye göre daha üstün standartları yakalamaktır (P. Gülkan, M. Balamir, A.Yakut,2003).

#### **Deprem Afetinde 4 Evrede Yürütülecek Başlıca Çalışmalar:**

Deprem afetinde söz konusu 4 evrede yürütülecek başlıca çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Zarar Azaltma:

- Ulusal sismik ağın güçlendirilmesi
- Makro ve mikro ölçekli çalışmalar
- Risk analizlerinin yapılması
- Binaların güçlendirilmesi
- Kentsel dönüşüm projeleri
- Kaçak yapılaşmanın önlenmesi
- İdari tedbirler
- Doğal afet sigortası (DASK) yaptırılmasının önemi

Hazırlık:

- Risk belirleme
- Deprem senaryosu ve faraziyeler
- Eğitim çalışmaları
- Arama kurtarma ekiplerinin örgütlenmesi
- Acil durum yönetimi-coğrafi bilgi sistemi (ADY-CBS) çalışmaları
- Acil haberleşme sisteminin oluşturulması

Müdahale:

- Örgütlenme
- Acil Yardım/Hizmet grupları planları(nın uygulanması)
- Diğer kurum ve kuruluşların acil yardım planları(nın uygulanması)

İyileştirme:

- Psikososyal destek
- Geçici iskanın sağlanması
- Kalıcı konutların yapımı
- Altyapı onarım ve yapımı
- Yeniden planlama çalışmaları

### 3. ACİL YARDIM PLANLARI

Etkili bir afet yönetimi kaynakların önceden bilinmesine ve planlanmasına bağlıdır. Bu nedenle iyi bir afet yönetim yapısının en önemli ayağını planlama ve acil yardım planları oluşturmaktadır.

Bir afet durumunda, normal yaşam bozulmakta veya kesintiye uğramakta, günlük yaşamda insanların karşılaştıkları ve alışık oldukları sorunların dışında yepyeni sorunlar ortaya çıkmakta, insan canı ve malı büyük riskler altına girebilmektedir. İşte bu nedenle insan toplulukları karşılaşılabilecekleri tehlike ve riskleri bilmek ve böyle bir olayla karşılaştıklarında nasıl davranacaklarını, nasıl organize olacaklarını, ihtiyaç duydukları kaynakları nasıl, nereden ve hangi yöntemle karşılayacaklarını önceden planlamak zorundadırlar. Bu amaçla yapılan planlara acil yardım planları denilmektedir.

Acil yardım planı;

- Bir yerleşme biriminin karşı karşıya bulunduğu tehlikeleri tespit eden,
- Oluşacak tehlikelerde uğranacak kayıp ve zararları belirleyen,
- Oluşacak kayıp ve zararların en düşük düzeyde tutulabilmesi için kimlerin, ne zaman, hangi görev ve yetkiyle, hangi kaynaklar kullanılarak görev üstleneceğini tanımlayan bir belgedir.

Bu özellikleriyle acil yardım planları, değişen şartlar, yeni ortaya çıkan tehlike ve riskler, görev, yetki ve sorumluluklardaki değişimler ve gelişmeleri sürekli olarak güncel tutan, planlarda kendilerine görev verilen personeli eğiten, büro veya arazi çalışmaları ile test eden ve sürekli geliştirilen çalışmalara ihtiyaç duymaktadır.

Başka bir ifade ile acil yardım planlaması bir plan elde etmek için bir kez yapılan bir çalışma olmayıp, gerçek olaylardan elde edilen dersler eğitim ve tatbikatlar sırasında görülen eksiklikler dikkate alınarak, sürekli güncelleştirilmesi ve geliştirilmesi gereken bir süreçtir.

Kabul etmek gerekir ki her afet birbirinden farklı sonuçları ve ihtiyaçları doğurur. Tüm bu farklılıklara karşın afetlerin aşağıda belirtilen ortak özellikleri bulunmaktadır:

- Her afet, normal olmayan ve beklenmeyen sonuçlar doğurmaktadır.
- Her afet, insan canı ve malı için fiziksel, sosyal veya ekonomik kayıp ve zararları doğurur.
- Oluşan kayıp ve zararların azaltılması, kamu otoriteleri ve halkın özel çabalarını ve faaliyetlerini gerektirmektedir.
- Kamu otoritelerinin ve halkın olaya müdahalesi, normal görev ve yetkilerinin dışında özel görev, yetki ve sorumluluklarla, özel bilgi ve beceri gerektirmektedir.

Acil yardımı gerektirecek her olayın veya afetin değişik sonuçlar yaratması, doğal olarak acil yardım planlarının da değişik olması sonucunu doğurmaktadır. Örneğin, bir deprem olayına müdahale amacıyla hazırlanmış bir plan, nükleer kazaya uygulanacak plandan farklı olabilir. Ancak, acil yardım planlarının da pek çok ortak özellikleri vardır. Bu ortak özellikler;

- Görev alacak birimler ve personelin, görev, yetki ve sorumluluklarının açıklıkla belirtilmesi,
- Komuta ve kontrol sisteminin açıklıkla belirtilmesi,
- Kullanılması gereken imkan ve kaynakların belirlenmesi ve bunlara kolayca ulaşabilecek sistemlerin kurulması,
- Arama-kurtarma, ilkyardım, tahliye, barındırma, lojistik destek vb. gibi alt planların hazırlanması,
- Haberleşme ve ulaşım sistemlerinin belirlenmesi,
- Halkı uyaracak, bilgilendirecek ve bilinçlendirecek mekanizmaların kurulması

olarak sıralanabilir (Ergünay, 2002).

#### **a) Acil Yardım Planlarının Özellikleri:**

Hangi büyüklükte olursa olsun bir yerleşme biriminde acil yardım planı çalışmalarına başlanırken, ilk yapılması gereken işlem, doğal, teknolojik veya insan kökenli tehlikelerin belirlenmesi ve bunların detaylandırılması işlemidir.

Planlama ekibi öncelikle;

- Geçmişte, hangi türde ve hangi büyüklükte afetler olduğunu,
- Hangi sıklıkta meydana geldiklerini,
- Tehlikelerin nereleri ve nasıl etkilediklerini,
- Hangi türdeki ek veya zincirleme tehlikeleri meydana getirdiklerini,
- Geçmişte yaşanan afetlerin doğurduğu, sosyal, ekonomik ve psikolojik problemlerin neler olduğunu,
- Yerleşme birimi için önceden yapılmış tehlike analizleri olup olmadığını araştırmak ve bu konularla ilgili tüm bilgileri toplamak durumundadır.

Yukarıda bahsedilen konularda toplanılan bilgilerle oluşturulan temel üzerine hazırlanması gereken acil yardım planları aşağıda belirtilen özellikleri taşımaktadır.

1- Planlar gerçekçi ve kabul edilebilir olmalıdır.

- 2- Planlar gerçekçi senaryolar esas alınarak hazırlanmalıdır.
- 3- Planlar, farklı kuruluşlar arasında en uygun koordinasyon ve yönetim esaslarını getirmelidir.
- 4- Planlarda, görev, yetki ve sorumluluklar açıklıkla belirtilmeli, belirsizlik, görev girişimleri ve tekrarlara fırsat verilmemelidir.
- 5- Planlarda yönetim, komuta ve kontrol mekanizmalarının ve bilgi akışının nasıl olacağı açıklıkla belirlenmeli ve yönetim karmaşasına neden olunmamalıdır.
- 6- Planlar yeni kaynak ve yeni kuruluşlara ihtiyaç gösteren belgeler yerine, mevcut imkan ve kaynaklarla neler yapılabileceğini, ilave imkan ve kaynakların gerçekçi olarak nereden ve nasıl karşılanacağını gösteren belgeler olmalıdır.
- 7- Planlar, acil haberleşme, ulaşım, arama-kurtarma, ilkyardım, tahliye, geçici barındırma, lojistik destek, yol, su, elektrik gibi hayati teknik altyapının acil onarımı vb. gibi alt planları da kapsamalıdır.
- 8- Planlar, yaşanan her afet olayı ve tatbikatlardan elde edilen yeni dersler ve deneyimler doğrultusunda revize edilmeli ve geliştirilmelidir (Ergünay, 2002).

Afet planlarının ana özelliği, birçok kurum ve kuruluşun birlikte hazırladığı ve her birinin görev ve sorumluluklarının belirlenmiş olduğu planlar olmalarıdır.

#### **b) Acil Yardım Planlaması Süreci Ve Yapılması Gerekenler:**

Ülkemizde acil yardım planları, 7269 sayılı yasanın 4. maddesi gereğince hazırlanmış olan “Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik” gereğince yapılmaktadır. Bakanlar Kurulu’nun 88/12777 sayılı kararı ile ve 08.05.1988 gün ve 19808 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan bu yönetmelik acil yardım planlamasının genel esaslarını ülke, il ve ilçe düzeyinde vermektedir.

Türkiye’de il veya ilçe düzeyinde acil yardım planlarının hazırlanması, geliştirilmesi, güncelleştirilmesi, güncelliklerinin korunması ve bu planlarda kendilerine özel görevler verilen kişi veya kuruluşların eğitim veya tatbikatlara sürekli geliştirilmesi, 7269 sayılı afetler kanunu gereğince, zorunlu bir görevdir.

Acil yardım planlaması süreci, bir yerleşme birimindeki en üst düzey kamu yöneticisinin kararıyla başlar veya geliştirilir. Planlama süreci, bu planı hazırlayacak bir grup veya komitenin kurulması ve bir koordinatörün atanması ile başlar. Daha sonra yapılması gereken çalışmalar ise şöyle özetlenebilir;

- 1- İl veya ilçe dahilinde mevcut tehlike, zarar görülebilirlik, etkilenecek unsurlar ve risklerin belirlenmesi ve afet senaryolarının hazırlanması,
- 2- İl veya ilçenin acil bir durumda kullanılacak kaynaklarının envanterinin çıkarılması (insan, ekipman, malzeme, gıda, parasal kaynak vb.),
- 3- Mevcut resmi ve özel kuruluşlar arasında görev, yetki ve sorumlulukların açıklıkla belirlenmesi,
- 4- Hızlı, kolay ve etkili yürüyecek bir yönetim, komuta, kontrol ve bilgi akışı sisteminin kurulması,
- 5- Acil bir durumda kimin neyi, nasıl ve hangi kaynakları kullanarak yapacağını açıklıkla belirlenmesi,
- 6- Bir acil haberleşme ve ulaşım sistemi geliştirilmesi,

---

\*Bu Bildiri Şehir Plancıları Odası Adına Düzenlenmiştir.

- 7- Polis, itfaiye, sivil savunma, askeri birlikler, hastaneler, Kızılay vb. gibi kuruluşların normal planları ile bütünlük sağlanması,
- 8- İlk taslak planının yazılması, görev verilen tüm kuruluş ve kişilere dağıtılması ve görüşlerin toplanması,
- 9- Plan taslağının görüş ve öneriler doğrultusunda yeniden yazılması ve onaya sunulması,
- 10- Onaylanmış plan hakkında halka, gönüllü kuruluşlara bilgi verilmesi ve acil bir durumda nasıl davranmaları konusunda halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi,
- 11- Planın eğitim ve tatbikatlarda denenmesi ve geliştirilmesi,
- 12- Planda görev üstlenmiş olan kişi ve kuruluşların sürekli eğitim ve tatbikatlarla eğitilmesi.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, acil yardım planlaması, zaman içinde sürekli geliştirilmesi ve güncelleştirilmesi gereken bir süreçtir.

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde Marmara Depremine kadar, afet zararlarının afet olmadan önce yapılacak çalışmalar ve alınacak önlemler ile düşük tutulması politikaları göz ardı edilmiş, afetler olduktan sonra yara sarma politikalarına önem ve öncelik verilmiştir. Ancak, bu deprem sonrasında bir anlayış değişikliği oluşmuş ve afet zararlarının azaltılmasının afet olmadan önce alınacak önlemlerle ilgili olduğu gündeme gelmiştir.

Yaşanan tüm deneyimler ve gelişmiş afet yönetimi sistemlerine sahip ülkelerin tecrübeleri, afet yönetimi konusunda afet öncesi çalışmalar diye adlandırılan “Zarar Azaltma” ve “Hazırlık” evrelerinin daha önemli olduğunu göstermiştir. Bu evrelerde yapılacak çalışmalar, ülkeyi hem afetlere hazırlar, hem daha güvenli ortamlarda yaşanılmasını sağlar, hem de afet sonrası için daha az yıkım ve daha az maliyet yaratır. Yani mali açıdan bir çeşit tasarruftur. Buna kısaca “korunma, tedaviden iyidir” denilebilir. Afet öncesi yapılan çalışmalar ve uygulamalar ne kadar başarılı olursa, afet sonrası gereken kaynaklar o kadar az olacaktır.

- Afet zararlarının ancak, afetler olmadan önce alınacak yasal, idari ve teknik önlemlerle azaltılabileceğine her kademede inanmak ve uygulanacak afet yönetim sistemini buna göre düzenlemek gerekmektedir.

- Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması çalışmalarını ana politika olarak benimseyen, bir afet anında gerek merkezde gerekse yerel ölçekte etkili bir afet yönetimi uygulamasını içeren yasaların yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

- Afet tehlikesi ve riski ile afet zararlarının azaltılması konusunda halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi sürekli, etkili ve yaygın eğitim programları ile uygulanmalı ve sivil toplum kuruluşları, mahalle örgütleri vb. gibi gönüllü kuruluşların bu faaliyetler içerisinde yer almaları sağlanmalıdır.

- Afet tehlikesi ve riskinin belirlenmesi, afet zararlarının azaltılması konusundaki araştırma-geliştirme faaliyetleri öncelikli konular arasına alınmalı, yaygınlaştırılmalı ve etkili biçimde desteklenmelidir. Bu faaliyetlere özel sektörün de katılımı sağlanmalıdır.

- Yerel yönetimlerin imar planı yaparken, jeolojik, hidrolojik ve jeofizik raporları mutlaka dikkate almaları sağlanmalı, sakıncalı yerlerde planlamaya kesinlikle izin verilmemelidir.
- Zaman içerisinde ortaya çıkabilecek yeni ihtiyaçlar, olabilecek değişiklikler sürekli olarak planlara dahil edilmeli ve planlar sürekli olarak güncel tutulmalıdır. Zira güncelliğini kaybetmiş ve geliştirilmemiş bir acil yardım planı, ihtiyaç anında hiç plan yapılmamış olması kadar, olumsuz sonuçlar doğurabilecektir.
- Planlama, bir afet sonrasında karşılaşılabilecek tüm sorunlara çözüm getirmeli ve beklenmeyen olayları en düşük düzeye indirebilmelidir.
- Mevcut imkan ve kaynaklar hakkında doğru bilgiler toplanarak plana aktarılmalıdır. Yanlış veri ve bilgilere dayandırılmış planların uygulamada hiçbir yararı olmayacağı gibi, önemli zararları da olabilir.
- Planlarda yönetim, komuta ve kontrol mekanizmalarının ve bilgi akışının nasıl olacağı açıklıkla belirtilmeli ve yönetim karmaşasına neden olunmamalıdır.
- Acil yardım planları, bir yasal görevi yasak savma mantığı ile hazırlanan bir metin değil, hazırlayan makam ve kişilerce gereğine ve yararına inanılan bir belge olarak kabul edilmelidir.

Sonuç olarak afet,

- Beklenilmedik bir olaydır.
- Streslidir.
- Hassas bir konudur. Herkes ilgilidir(ör: Başbakan hemen afet bölgesine gitmek zorundadır).
- Çok disiplin gerektirir.
- Çok fazla medya baskısı vardır.

**Bu nedenle afet yönetimi zordur ve tüm kurum ve kuruluşlar ile kaynakların ortak amaç doğrultusunda kullanımını gerektirir.**

## KAYNAKLAR

Akyel, R., Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit Ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi, ÇÜ. Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Adana, 2007

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2004-Deprem Şurası, Kurumsal Yapılanma Komisyonu Raporu, Ankara, Temmuz 2004

Çeber, K., Dulupçu, M.A., “Afet Yönetiminde Türkiye'nin Mali Yapısı”, Türk İdaresi Dergisi, Sayı 459, Haziran 2008

Doğan, A., Afet Acil Müdahale Dönemleri İçin İnsangücü Planlaması Yapmak, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007

---

\*Bu Bildiri Şehir Plancıları Odası Adına Düzenlenmiştir.



DPT, 2004 Türkiye İktisat Kongresi Çalışma Grubu Raporları, “Afet Yönetimi Çalışma Grubu Raporu” Cilt 14, Ankara, 2004, s.281-376

Ergünay, O., “Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi”, Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara, 2002

Gülkan, P., Balamir, M., Yakut, A., Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye Ve Dünyadaki Politikalara Genel Bakış, ODTÜ Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, Eylül 2003, e-rapor, [www.dmc.metu.edu.tr](http://www.dmc.metu.edu.tr)

JICA Türkiye Ofisi, Türkiye’de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu, Ankara, Temmuz 2004

JICA Türkiye Ofisi, Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, Mart 2006

TMMOB, Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, Aralık 2007

## İZMİR İLİ JEOTERMAL ENERJİ KAYNAKLARI POLİTİKASI NASIL OLMALIDIR?

Yrd. Doç. Dr. Niyazi AKSOY  
niyazi.aksoy@deu.edu.tr

### GİRİŞ

İzmir’de jeotermal enerji kullanımı ve yaygınlaştırılması sıkça tartışılmaktadır. Doğal gazın İzmir’e ulaşması ve dağıtımın başlamasıyla tartışmalar daha da alevlenmiştir. “Jeotermal” ve “doğal gaz” birbirine alternatif gibi sunulmaktadır. Bu tartışmaların yapıldığı ortamda asıl sorulması gereken soru dikkatlerden kaçmaktadır: “Nerede, ne kadar ve ne tür bir enerjiye ihtiyacımız var ?” Bu sorunun yanıtı enerji planlamasının bir parçasıdır. Asıl sorgulanması gereken İzmir’in bir enerji planı olup-olmadığıdır.

Enerji gereksinimin yerli kaynaklardan karşılanması iyi bir tercih olabilir. Ancak yeterli değildir. Diğer seçeneklerle karşılaştırıldığında fiyatının da uygun olması gerekir. Jeotermal kaynaklarla, diğer enerji kaynakları ile aradaki farkın sübvansedilememesi durumunda proje ekonomik olmayabilir. Eğer bir destek (sübvansiyon) söz konusu ise (ki yerel ve yenilenebilir kaynakların mutlaka desteklenip, teşvik edilmesi doğru ve gerekli bir adımdır) bunun şeffaf ve önceden açıklanarak yapılması gerekir.

Jeotermal enerji bulunduğu yer ve yakın çevresinde tüketilmesi gereken bir kaynaktır. Kaynağa yakın ve o yörenin gereksinimlerini karşılayacak projelerin gerçekleştirilmesi akıllıca olur. Çünkü jeotermal akışkanı uzun mesafelere taşımak pahalıdır. Enerji kaynağının potansiyeli ne kadar büyük olursa olsun, taşınma sırasında bir noktadan sonra maliyeti diğer seçeneklerin üzerine çıkar. Uzun mesafelere pompalamak için önemli miktarda elektrik enerjisi sarf etmek gerekir. Bir dönem İzmir’e Seferihisar’dan jeotermal su taşınarak ısıtılması gündeme geldi. Yaklaşık 5 yıl önce İzmir’de 200-400 bin konutun jeotermal ile ısıtılacağı bir kesim tarafından sıkça dile getirildi. Hatta öyle o dönemde İzmir için doğal gaz ihalesi de yapılmakta olduğundan, doğal gazın İzmir’e getirilmesini “cinayetle eş tutan açıklamalar” da yapıldı (Zaman Gazetesi, 2005). İzmir büyüklüğünde bir şehrin jeotermal ile ısıtılması için gereken enerjinin ve sahip olan kaynakların potansiyeli bilinmeden yapılan bu tartışmaların bir anlamı olmadığı gibi, İzmir’de yaşayanların kafasını karıştırmaktan başka bir işe yaramamıştır. Bu nedenle İzmir’de jeotermal mi olsun, doğal gaz mı olsun tartışması yerine, İzmir’in hangi yörelerini jeotermalle ve hangi yörelerini doğal gazla veya diğer kaynaklarla ısıtılmasının tartışılması ve dahası tartışmanın tüm enerji kaynaklarını kapsayacak şekilde genişletilmesi daha uygun olacaktır.

### JEOTERMAL ENERJİ ve İZMİR’İN ÖNCÜ ROLÜ

İzmir, jeotermal enerji kaynaklarının sayısı ve niteliği bakımından Türkiye’ nin en zengin illerinden biridir. Seferihisar (Karakoç, Doğanbey, Cumalı ve Tuzla), Balçova-Narlidere, Dikili (Kaynarca, Bademli, Çamur Ilıcaları, Nebiler, Kocaoba), Bergama (Güzellik Ilıcası,

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası ve Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Dübek, Paşa Ilıcası), Çeşme (Ilıca, Alaçatı, Şifne), Aliğa (Ilıcaburnu, Samurlu, Güzelhisar, Biçer, Helvacı), Çiğli-Menemen (Ulukent), Urla (Gülbahçe), Bayındır (Vardar Ilıcaları), Menderes ve Kemalpaşa gibi 11 merkezde birçok jeotermal kaynağa sahiptir. Türkiye’deki ilk jeotermal sondaj kuyusu MTA tarafından Balçova’da delinmiştir. 40 m derinliğindeki S1 kuyusunda 124°C sıcaklıkta termal su bulunmuştur. Jeotermal enerji 1963 yılında Balçova sahasının keşfedilmesiyle İzmir’in gündemine girmiştir. İzmir, kaynakların kullanımı, sorunların dile getirilmesi ve çözüm önerileri ile öncü konumundadır. İzmir’deki çalışma ve tartışmalar Türkiye’nin diğer yörelerine örnek ve model olmaktadır.

### **İzmir İli Jeotermal Enerji Danışma Kurulu**

İzmir İli Jeotermal Enerji Danışma Kurulu (JEDK), 1999 yılında İzmir Valisi Sayın Kemal Nehrozoğlu tarafından kurulmuştur. Kurul görev süresi boyunca “İzmir İli Jeotermal Enerji Yönetmeliği”ni hazırlayarak İzmir Valiliğine sunmuştur. Fakat bu yönetmelik yayınlanmamıştır. Sadece jeotermal kaynaklar üzerindeki çalışmalarını denetim altına almaya çalışan kısa bir maddesi Resmi Gazete yayınlandı (Resmi Gazete, 2002). Daha sonra aynı kararları 15 kadar il daha yayınlamıştır. Makine Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi’nin desteğiyle hazırlanan taslak yönetmeliğe uyumlu olacak şekilde “jeotermal enerji kanun tasarısı” hazırlanmıştır. Kanun tasarısı da ilgi görmemiştir. Ekleri ile birlikte yaklaşık 100 sayfalık bir bütün olan bu çalışmalar, sadece İzmir’e özgü değil gelişmiş ülkelerdeki jeotermal kaynak yönetimlerini model alan, kaynağın “yenilenebilir” özelliğini gözeterek ve “sürdürülebilir” işletmeyi amaçlayan bir çalışma olmuştur. Bağlayıcı bir yanı olmasa da hala normları görmek ve çalışmalarını planlamak açısından yararlanılabilecek bir kaynak olarak durmaktadır.

2007 yılında 5686 sayılı “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu” kabul edilmiş ve daha sonra yönetmeliği yayınlanmıştır. Kabul edilen kanun karmaşaya neden olmuştur. Beklentileri karşılamamaktadır. Eğer kanunu hazırlayan kamu kurumları, sivil toplum örgütlerinin uyarılarını ve önceki çalışmaları ve gerekçelerini dikkate alsaydı, kuşkusuz örnek bir yasa ve yönetmelik hazırlanabilirdi. İyi bir jeotermal yasa için yirmi yıl beklenilmiş ve yakalanan önemli bir fırsat toplum ve kaynaklar yararına değerlendirilememiştir. Mevcut yasa ve yönetmelik birbiri ile çelişmekte, yönetmelikte gücünü yasadan almayan uygulama maddeleri bulunmaktadır.

JEDK, jeotermal enerjiyi çağdaş, kaynağın yenilenebilir özelliğini dikkate alan ve sürdürülebilir projeler yapılmasını sağlayacak yasa ve yönetmelik taslak ve normlarının oluşturulması çalışmalarına paralel olarak başka konularda da yararlı işler yapmıştır. Bunların başlıcaları şöyle sıralanabilir: Balçova-Narlidere başta olmak üzere saha kapasitesinin ve performansının uzman kuruluşlara yaptırılması; Üniversitelerle işbirliği yapılarak projeler ve mevcut uygulamaların sorunlarına çareler aranması; Jeotermal enerji politikası oluşturulması. Bu çalışmalar ve elde edilen sonuçlar ilerleyen bölümlerde detaylıca sunulmaktadır.

### **Balçova-Narlidere Jeotermal Enerji Performansının Belirlenmesi**

17 Haziran 2000 yılında başında JEDK’nun düzenlediği bir atölye çalışması sonucunda Balçova-Narlidere rezervuarının potansiyeli ile ilgili çalışmaların eksikliği fark edildi. Bu çalışma İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü tarafından 2001 yılında tamamlandı.

---

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası ve Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Hazırlan 512 sayfalık rapor (Satman vd., 2001) çoğaltılarak isteyen herkese verilmiş ve daha sonra yapılan bir toplantı ile rapor tartışmaya açılmıştır. Bu proje Türkiye’de bölgesel ısıtma yapılan bir saha için gerçekleştirilen ilk rezervuar projesidir. Yapılan modelleme ve 3-boyutlu sıcaklık dağılımı çalışmaları ile sahanın BD3 ve doğusunda kalan kısmı keşfedilmiştir. Sahanın yıllardır korunan kısmının önemli bir potansiyel içermediği, imara açılan kısmının da sahanın en iyi yerleri olduğu ortaya çıkmıştır. Yeni keşfedilen bölge ile ısıtılan alanların artırılmasına karar verilerek, 2000-2005 yılları arasında ısıtılan alan miktarı yıllık %25 artışla 2005 sonunda 18.000 konuta ulaşmıştır. Ayrıca hazırlanan bir gözlem programı ile sahanın üretimi, re-enjeksiyonu, basıncı, sıcaklığı, su seviyesi değişimi ve su kimyası periyodik olarak izlenip kayıt altına alınmaya başlanmıştır. Elde edilen verilerle İTÜ tarafından hazırlanan modellerin doğruluğu test edilip, gerekirse model kalibrasyonu yapılması hedeflenmiştir.

Bu çalışma Afyon Jeotermal AŞ tarafından örnek alınmıştır. Benzer bir çalışma Afyon-Ömer-Gecek sahası için yapılmıştır. Halen 5.000 konut ısıtılan bu sahaya, 5.000 konut daha ilave edilmesi şirketin gündeminde.

### **Jeotermal Enerji Projelerinde Sektör-Üniversite İşbirliği**

Üniversite-Sanayi işbirliği konusunda da örnek çalışmalar İzmir’de JEDK’nun desteği ile gerçekleştirilmiştir. Yüksek sıcaklıkta yaşayan bakterilerden, korozyon ve kabuklaşmaya; hidrolik ve termal problemlerin çözümünden, bölgesel ısıtma projeleri geliştirilmesine; su kimyasından rezervuardaki sıcaklık dağılımının modellenmesi ve bölgesel ısıtma projelerinin ekonomisine kadar çok sayıda lisans, yüksek lisans ve doktora çalışması desteklenmiştir. Bu projeler ihmal edilebilecek kadar küçük bütçelerle gerçekleştirilmiştir. Onlarca jeotermal enerji uzmanının yetişmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ve proje çalışanları İzmir’in jeotermal kaynaklar konusundaki en önemli deneyim ve beyin gücünü oluşturmaktadır. 2000-2005 döneminde yapılan çalışmalar ve bu çalışmalara ait tezler, raporlar, uluslararası makale ve uluslararası ortamlarda sunulan bildirimler aşağıda verilmiştir (detayları kaynakçada yer almaktadır):

*Yüksek lisans ve doktora tezleri:* Aksoy, 2001; Alpay, 2002; Çanakçı, 2003; Şener, 2003; Erdoğan, 2003; Kaya, 2003; Toğulga, 2003; Çakın, 2003; Sarak, 2004.

*Raporlar:* Satman vd., 2001; MTA 2001; Öngür, 2001; Aksoy, 2003; Toksoy, Aksoy ve Serpen 2003; Toksoy vd., 2003a; Toksoy vd., 2003b; Toksoy, Aksoy ve Şener 2003; Kutluay, Toksoy ve Aksoy, 2003.

*Uluslararası dergilerde yayımlanan makaleler:* Yavuz vd., 2004; Serpen, 2004; Sarak, Onur ve Satman, 2005; Erdoğan vd., 2006; Aksoy, 2007; Aksoy, Serpen ve Filiz, 2008; Tarcan, Gemici ve Aksoy; 2008; Aksoy, Şimşek ve Gündüz, 2008.

*Uluslararası kongrelerde sunulan bildirimler:* Gulsen ve Toksoy, 2004; Erdoğan, Özerdem, 2005; Şener, Toksoy ve Aksoy 2003; Yıldırım, Gökçen ve Toksoy 2005a; Yıldırım, Gökçen ve Toksoy 2005b; Aksoy ve Serpen, 2005; Satman vd., 2005; Gök vd., 2005; Onur vd., 2005; Alacalı, 2005; Toksoy, Gülşen ve Serpen, 2005; Sarak vd., 2005; Türeyen, Sarak ve Onur, 2007.

Yukarıda ürünleri sunulan çalışmalar ülkemizde çok arzulanan üniversite-sanayi işbirliğinin güzel örneklerindedir. Uygun ortamların yaratılması durumunda, çok sınırlı imkanlarla bile sorunları çözebilecek takımların kurulabileceğini ve uluslararası düzeyde sonuçlar üretilebileceğini göstermesi açısından dikkat çekicidir.

### **Jeotermal Enerji Politikası Önerisi**

JEDK görev süresi boyunca başta Balçova-Narlidere olmak üzere Bergama, Aliğa, Çeşme ve Dikili jeotermal alanları ile ilgili çalışmalar ve incelemeler yaptı. Daha sonra tüm İzmir için “İzmir İli Jeotermal Enerji Politikası ve Bölgesel Jeotermal Enerji Planı İçin Öneriler” (Toksoy, Aksoy ve Serpen;2003) isimli çalışmayı yayınladı. 2005 yılında yapılan yerel seçimler için “İzmir ve Jeotermal: Bugün ve Gelecek” (Kutluay, Toksoy ve Aksoy; 2004) isimli çalışma ile başta Balçova-Narlidere sahasında yapılması önerilen iyileştirme- geliştirme çalışmaları ve İzmir ilinde bulunan diğer kaynaklarda yapılması gereken çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

## **İZMİR’DE JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMI**

### **Konut Isıtma Projeleri**

Günümüzde Balçova-Narlidere’de 21.000 KE (konut eşdeğeri) ısıtma yapılmaktadır. Jeotermal sistem yaklaşık 100 MWt (megawat termal) kapasiteye sahiptir. Bu büyüklüğü ile dünyadaki en büyük birkaç büyük ısıtma sistemleri arasında yer almaktadır. Dikili ve Bergama’da 10’ar MWt kapasiteli yaklaşık 200 konutluk konut ısıtma projeleri bulunmaktadır.

### **Sağlık Amaçlı Kullanım**

Modern anlamında termal kullanım Balçova’da Valiliğe ait termal oteller ve çevredeki bazı otellerde yapılmaktadır. Çeşitli büyüklükte geleneksel kaplıcalar da Dikili, Seferihisar, Bayındır, Bergama ve Çeşme’de bulunmaktadır. Jeotermal su Çeşme’de 18 otelin kısmen ısıtılmasında ve kür merkezlerinde kullanılmaktadır.

### **Sera Isıtmacılığı**

Türkiye’de toplam 1500 dönüm civarında sera jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Toplam ısıtma kapasitesi 165 MWt’dir. En büyük jeotermal ısıtmalı seralar İzmir ve çevresinde kümelenmiştir. Dikili’de 459 dönüm serada domates ve biber yetiştirilmektedir. İzmir Balçova’da yaklaşık 100 dönüm alanı kaplayan çiçek serası jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.

## **JEOTERMAL KAYNAK POTANSİYELİ**

### **Jeotermal Kaynakların İzmir’de Dağılımı**

Jeotermal sistemlerin önündeki en önemli belirsizlik kaynak kapasitesi ve potansiyeli olarak durmaktadır. Bir sahanın potansiyelinin belirlenmesi uzun ve pahalı ön çalışmaları gerektirmektedir. Kaynak potansiyeli iyi belirlenmeden yapılan yatırımların arzu edilen

---

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası ve Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

hedeflere ulaşmadığının hemen yakınımda sayısız örneklerini görebiliriz. Jeotermal enerji yatırımlarında kaynak potansiyelinin belirlenmesine “özel önem” verilmesi gerekir. Bölgesel ısıtma gibi on binlerce insanın yaşam konforunu ve sağlığını ilgilendiren projelerde “potansiyel” konusuna daha da dikkat edilmelidir. Projeler modüler büyümeye uygun tasarlanmalı, kaynaklar işletildikçe elde edilen rezervuar performansının izin erdiği ölçüde geliştirilmelidir. Büyüme veya işletme sürecinde, ulaşılan kapasitenin sürdürülebilmesi için gelecekte ihtiyaç duyulacak destek kuyularının sayısı ve yerleri belirlenerek korunmalıdır.

Bilinen sahaların geliştirilmesi ve az bilinen sahaların potansiyellerinin ortaya konulması, temiz, yerli, “yenilenebilir” ve üretim planlaması doğru yapılarak “sürdürülebilir” bir “jeotermal enerji” seçeneğinin İzmir’e sunulması açısından zorunludur. İzmir il sınırları içinde yer alan tüm jeotermal kaynakların potansiyellerinin ortaya konulmasına yönelik bir proje Toksoy, Aksoy ve Serpen (2003) tarafından teklif edilmiştir. Bu çalışmada bilinen jeotermal sahalar *arama, geliştirme ve işletme* aşamalarına ayrılmış ve İzmir’deki sahaların bu sınıflamaya göre yeri belirlenmiş ve yapılması gereken çalışmalar ve olası bedelleri hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre 4 yıllık bir süre içerisinde yapılacak ve 6 ila 9.5 milyon dolar arasında bir maliyetle tamamlanacak çalışma ile İzmir’in tüm jeotermal potansiyelinin ortaya çıkartılması ve kullanıma hazır hale getirilmesi mümkün görülmektedir.

Diğer yandan şimdiye kadar İzmir’de gerçekleştirilen tüm jeotermal yatırımlar (son yıllardaki sera yatırımlarını saymazsak) kamu kaynakları ile gerçekleştirilmiştir ve hala da ağırlık kamu kaynaklarındadır. Bu kaynakların nasıl kullanıldığı ve yatırımların bölge ekonomisine katkısı yeterince sorgulanamamıştır. Dahası şu ana kadar harcanan paranın ne kadar olduğu kamuoyu tarafından bilinmemektedir.

Her ne kadar İzmir’deki jeotermal uygulamalar Türkiye’deki örneklerinin en iyisi olsa da, daha iyilerine ulaşmak için yeterince tartışılmamışlardır. Başta yerel seçim dönemleri olmak üzere tartışmalar zaman zaman yükselmiştir. Yüz milyonlarca dolarlık hibe, ya da tüm İzmir’i ısıtacak kadar jeotermal enerji potansiyeli olduğu haberleri ve bunun yarattığı heyecan arasında gerçekler kaybolmuştur.

### **Yapılması gereken işler**

*Balçova-Narlidere sahası:* Kaynağın politik baskılardan kurtarılması yapılması gereken en önemli işlerdir. Kaynak bir taraftan aşırı tüketime yönlendirilirken, diğer yandan olası kuyu yerleri imara açılarak fiilen yok edilmiştir. Her iki karar da politikacılar tarafından alınmıştır. Rezervuarın gelecekteki (30-40 yıl sonrasına kadar) için nasıl davranış göstereceğini ve nasıl yönetileceğini gösteren çalışmalar yapılması, bu çalışmalara göre yönetilmesi-izlenmesi gerekmektedir.

Isıtma projelerinin temel sorunları sistemlerdeki kötü planlamadan kaynaklanan korozyon ve su kaçaklarıdır. Gelirleri masraflarını karşılamadığından, Belediye, Valilik gibi kamu kurumları aktardıkları kaynaklarla ayakta durabilmektedirler. Bu projelere şimdiye kadar aktarılan kaynakların nerelerde kullanıldığı ve geri dönüşünün olup-olmadığı ayrı bir inceleme konusudur. Projelerin başlangıcından itibaren iyi planlanması, fizibilitelerinin iyi yapılması ve ayakta kalabilmeleri için desteğe ihtiyaç duyulacaksa bunun zamanı ve miktarının projelerde yer alması ve durumun tüm kamuya ilan edilmesi, çağdaş, şeffaf ve

---

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası ve Jeofizik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

kamuoyuna saygı duyan yönetimlerin en başta yapması gereken iştir. Fizibilitelelerinde 6-7 yılda kendini geri ödemesi öngörülen projelerden hala tek kuruş geri dönmemişse ve üstüne ek kaynak sağlanmadan ayakta duramıyorlarsa ve bu durum açıkça konuşulmuyorsa, yeni projelerinde aynı tuzaklara düşmesi nasıl önlenebilir?

*Çeşme jeotermal sahaları:* Çeşme’de İzmir Valiliğine ait bir şirket aracılığı ile 44 km uzunluğunda boru hattı ile birçok otele jeotermal su taşınmaktadır. Alaçatı yöresine 5 km ve Çiftlik bölgesine 8 km’lik sıcak su dağıtım hattı yapılarak bu bölgelerdeki otellere de termal su taşınması planlanmaktadır. Halen 60 otele sıcak su verebilme olanağına sahip olan hattan, 18 otel termal su çekmektedir.

Projenin amacı 20.000 den fazla yatağa sahip olan Çeşme’de turizm etkinliğinin yaz aylarının dışına da yayılmasının sağlanmasıdır. Proje 7-8 yıldır uygulanmasına rağmen arzu edilen amaçlara ulaşılamamıştır. Projenin ana temasında “ortak bir kür merkezi kurulması” ve otellerden kür merkezlerine konukların transferi hedeflenmişti. Kür merkezinin eksikliği projenin hedeflerinden uzaklaşmasına neden olmaktadır.

*Dikili Jeotermal sahası:* Kaynarca ve Çamur kaplıcalarının bulunduğu sahada 459 dönüm sera jeotermal su ile ısıtılırken, Dikili Belediyesinin konut ısıtma projesi 2008 başında başlamıştır. Ayrıca elektrik üretimine dönük bazı çalışmalar olduğu da bilinmektedir. Sahada Dikili Belediyesi ve İzmir Valiliği ve Sera İşletmelerine ait 15 kadar ruhsatlı kuyu çalışmaktadır. Saha MTA adına ruhsatlıdır ve ihale ile satılacağı belirtilmektedir (18.08.2008 MTA açıklaması). Saha fiilen bölünmüş durumdadır. Seraların ticari başarısı nedeniyle, seracılık açısından bir çekim merkezi olmuştur. Seralar çevredeki istihdam sorununa ve sosyal yaşamına önemli katkılar sağlamaktadır. %80 i kadın olmak üzere 500 kişi seralarda çalışmaktadır. Sahanın öncelikle seracılık için tahsis edilmesini sağlayacak ve olası kapasite artışlarında (sera, bölge ısıtma, elektrik) önceden kurulu olan işletmelerin zarar görmesini önleyecek bir işletme modeline gereksinim vardır.

Dikili’de yer alan diğer sahalar (Bademli, Nebiler, Kocaoba) daha düşük sıcaklık ve potansiyele sahip görülmektedir. İşletme aşamasına ulaşılabilmesi için jeolojik, jeofizik ve sondajlı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

*Bergama Jeotermal sahası:* Düşük sıcaklığa (62°C) sahip sahada Bergama Belediyesi, MTA ve İller Bankası tarafında (belediye adına) kuyular delinmiştir. 2003 yılında başlayan Bergama Belediyesi kentin jeotermal enerji ile ısıtılması için bir proje başlatmıştır. Planlamada önce saha potansiyelinin belirlenmesi ve ardından potansiyele uygun kapasitede ısıtma yapılması öngörülmüştür. Ancak mali sıkıntılar ve yaklaşan seçimler nedeniyle, hemen 150-200 konutluk örnek bir ısıtma yapılması benimsenmiştir. Örnek ısıtmada başlangıçta büyük sorunlar çıkmış, yeterli jeotermal su bulunamamıştır. Acele ile kazılan bazı kuyulardan arzu edilen miktarda jeotermal akışkan bulunamayınca proje gözden düşmüştür. 2006 ve 2007 yıllarında İller Bankası ve MTA tarafından delinen kuyulardan iyi sonuçlar alınmış olmasına rağmen proje önceki başarısızlıklar nedeniyle olduğu yerde kalmıştır. Halen 200 kadar konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Sular altında kalmakta olan Allioani ve Pergamon antik kentleri tıp tarihinde özel öneme sahiptirler. Bergama’nın jeotermal potansiyeli tarihi mirasına uygun projelerle değerlendirilmesi planlanmalıdır.

*Seferihisar jeotermal sahası:* İzmir'in en önemli ve en büyük jeotermal alanıdır. Karakoç, Doğanbey, Cumalı ve Tuzla olarak zaman zaman ayrı sahalarmış gibi anılan alanlar Seferihisar jeotermal alanının bir parçasıdır. 1971 yılında MTA'nın başlattığı çalışmalarda 20 gradyen kuyusu ve 10 adet üretim amaçlı kuyu delindi. Sahada 153°C sıcaklık keşfedildi. Saha elektrik üretimi ve ona bağlı sera, termal turizm gibi entegre projeler için uygundur. Saha 2007 yılında saha İzmir Jeotermal AŞ'ye devredildi. Şirket sahada yeniden sondajlı arama ve geliştirme faaliyetlerine başladı. Proje ve hedefleri konusunda yeterli bir bilgi kamuoyuna açıklanmamıştır.

*Çiğli-Menemen-Ulukent sahaları:* Karşıyaka, Çiğli-Menemen arasında Çiğli Organize Sanayi Sitesi içerisinde işletmelere soğuk su temin etmek amacıyla delinen kuyuların bazılarında, 33-35°C sıcaklığında jeotermal sular çıktığı bilinmektedir. Çiğli-Menemen arasında bulunan, Ulukent yakınlarında İzmir Valiliğinin deldirdiği 800 m derinlikli Ulukent-1 kuyusunda 56°C sıcaklıkla karşılaşmıştır. Jeokimya verileri 75°C sıcaklık olabileceğini göstermektedir. Bu bölgedeki kaynaklardan yararlanabilmek için daha fazla çalışma yapılarak, kaynağın ortaya çıkartılması gerekmektedir. Henüz kullanılabilir bir miktarda kaynak yoktur.

*Aliağa jeotermal sahaları:* Aliağa'da jeotermal potansiyel geniş bir alana yayılmıştır. Bunlar: Samurlu-Güzelhisar-Biçer sektörü, Helvacı-Türkelli sektörü ve Ilıcaburnu sektörü olarak birbirinden ayrılabilir. MTA tarafından yapılan çalışmalar, en yüksek sıcaklığın Samurlu-Güzelhisar yöresinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sektörde "arama" faaliyetleri ileri aşamalara ulaşmıştır. Alanda, 5 gradyan ve 3 üretim kuyusu MTA tarafından delinmiştir. Derinlikleri 560-1146 m arasında değişen üç kuyudan 89-93°C sıcaklıkta ve 15-45 l/s debide sıcak su üretilbileceği belirtilmektedir. Helvacı-Türkeli sektöründe yapılan 3 gradyan sondajı, Biçer, Samurlu-Güzelhisar yöresine göre daha düşük sıcaklıklar vermiştir. Aliağa Ilıca Burnu'nda yapılan 722 m derinliğindeki kuyuda 61°C sıcaklığa rastlanmıştır. Samurlu-Güzelhisar bölgesindeki alanın MTA tarafından ihale ile devri beklenilmektedir. Bu kaynaklar üzerinde projeler geliştirilebilir. Diğer kaynakların daha ileri aşamalarda araştırılması gerekir.

*Urla (Gülbağçe) sahası:* Gülbağçe'de İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) kampüs alanında bulunan kaynaklar için, İYTE tarafından MTA'ya 2001 ve 2002 yılında bedeli karşılığı jeofizik ve jeolojik çalışmalar yaptırıldıktan sonra 4 adet arama kuyusu deldirilmiştir. Bu kuyulardan bir tanesinde 33°C sıcaklığında su üretilmektedir. İYTE bu alanda termal havuz inşasına başlamıştır.

*Bayındır, Menderes-Ilıkpınar ve Kemalpaşa-Torbalı sahaları:* yakınlarında bulunan sahalarda yeterli çalışma yapılmamıştır. Sahalarda yeni jeolojik, jeofizik ve sondajlı çalışmalar yapılması gerekir. Bu bölgelerde 62°C' ye ulaşan sıcaklıkta kaynaklar bulunmaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Jeotermal enerji bulunduğu alan ve yakın çevresinde değerlendirilmesi gereken bir kaynaktır. Her kaynağın kendine özgü problemleri ve çözümü bulunmaktadır. Jeotermal Enerji Danışma Kurulu, İzmir Valiliğinin inisiyatifi ile kurulmuş ve görev yaptığı dönemde önemli bir boşluğu doldurarak, yararlı işler yapmıştır. Günümüzde de böyle bir yapıya gereksinim vardır.



2006 yılında kurulan İzmir Kalkınma Ajansı'nın (İZKA) kuruluş amacı ve görev tanımı, İzmir'deki jeotermal kaynakların değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için çok uygun bir zemin oluşturmaktadır.

Jeotermal kaynaklar çoğunlukla kamu kaynakları ile finanse edilmektedir. Bu nedenle projeler başından itibaren önceden açıklanmalı, tartışılmalı ve ona göre yönetilmelidir. Kamu kaynakları ile finanse edilen tüm projeler ve sonuçları yayınlanmalıdır.

Jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde "sürdürülebilirliğe" çok dikkat edilmelidir. Kaynaklar jeotermal tesisleri uzun yıllar (40-50 yıl veya daha fazla) destekleyebilecek şekilde işletilmelidir.

Jeotermal işletmeler ile MTA ve üniversiteler arasında ortak projeler yapılması desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

Aksoy, N., "Balçova-Narlıdere Jeotermal Sahasının Doğal ve Yapay İzleyicilerle İncelenmesi," DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), 2001.

Aksoy, N., "Balçova- Narlıdere Jeotermal Sahasındaki Gelişmeler : 2000-2002" Geocen Rap. No:2003-2, 2003.

Toksoy, M., Aksoy, N., Çanakçı, C., Şener, A.C., "Balçova - Narlıdere Jeotermal Bölge Isıtma Sisteminin Genişlemesi üzerine Görüşler," Geocen Rap. No:2003-4, 2003.

Aksoy, N., Serpen, U. "Reinjection Management in Balcova Geothermal field," World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1206, 2005.

Aksoy, N., " Optimization of Downhole Pump Setting Depths in Liquid-Dominated Geothermal Systems: A Case Study on the Balcova-Narlıdere Field, Turkey," Geothermics 36,2007, pp. 436-458.

Aksoy, N., Serpen, U., Filiz, Ş., "Management of the Balcova-Narlıdere Geothermal Reservoir, Turkey," Geothermics, DOI:1016/j.geothermics 2007.12.03.

Aksoy, N., Şimşek, C., Gündüz, O., "Groundwater Contamination Mechanism in a Geothermal Field: A Case Study of Balcova, Turkey," Journal of Contaminat Hydrogeology doi:10.1016/j.jconhyd.2008.08.006.

Alacali, M., "İzmir Balcova Geothermal Field," World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, 2005.

Alpay, S., "Numerical Analysis of Finned Tube Heat Exchangers: A Parametric Study," İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), 2002.

Bilal, O.Y., "Analysis of Geothermal Circuit of Balçova Narlıdere Geothermal District Heating System, " İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), 2004.

Çakın, A., “Jeotermal Kaynaklı Bölge Isıtma Sistemlerinin Çevre Etki Değerlendirmesi,” İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

Çanakçı, C., “Jeotermal Bölge Isıtma Sistemleri: Balçova Örneği,” Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

Erdoğmuş, A.B., “Economic Assesment of Balçova-Narlıdere District Heating System,” İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

Erdoğmuş, A.B., Ozerdem, B., “Pricing Models in Geothermal District Heating Systems: Balcova – Narlıdere Case,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 0418, 2005.

Erdogmus, B., Toksoy, M., Ozerdem, B., Aksoy, N., “Economic Assessment of Geothermal District Heating Systems: A Case study of Balcova-Narlıdere, Turkey,” Energy and Buildings 38, 2006, pp.1053-1059.

Gok, I.M., Sarak, H., Onur, M., Serpen, U., Satman, A., “Numerical Mmodeling of the Balcova-Narlıdere Geothermal Field, Turkey,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1132, 2005.

Gulsen, E. Toksoy, M., “Conceptual Planning of Balçova System-2 Geothermal District Heating System,” Turkish Society of HVAC&SANITARY Engineers International HVAC+R Technology Symposium, Istanbul 2004.

Kaya, E., “Balçova Jeotermal Sahası Yer Altı Sıcaklık Dağılımlarının ve Sığ Derinliklerden Yüzeeye Olan Isı Akısının Belirlenmesi,” İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

Kutluay, F., Toksoy, M., Aksoy, N., “İzmir ve Jeotermal Enerji: Bugün ve Gelecek,” Geocen Rap. No:2003-9, 2003.

Kutluay F., Toksoy M., Aksoy N., “İzmir ve Jeotermal Enerji: Bugün ve Gelecek,” Geocen Rapor No.9. İYTE, Jeotermal Enerji Araştırma, Geliştirme, Test ve Eğitim Merkezi, 2004. <http://geocen.iyte.edu.tr/turkish/geocenReportsTurkish.htm>

Sarak, H., “Lumped Parameter Models for Low-Temperature Geothermal Reservoirs,” İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), 2004.

Şener, A.C., “Optimisation of Balçova Geothermal District Heating System,” İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

MTA. “Balçova Jeotermal Alanı (İzmir Çeşme Otopanı Kuzeyi) Jeothermal Enerji Arama Projesi Jeofizik Etüdü Raporu,” 2001.

Sarak, H., Korkmaz, E.D., Onur, M., Satman, A., “Problems in the Use of Lumped Parameter Reservoir Models for Low-Temperature Geothermal Fields,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1134, 2005.

Sarak, H., Onur, M., Satman, A., "Lumped Parameter Models for Low-Temperature Geothermal Fields and Their Application," *Geothermics* 34, 2005, pp. 728-755.

Satman, A., Serpen, U., Onur, M., "İzmir Bıçova-Narlidere Jeotermal Sahasının Rezervuara ve Üretim Performansı Projesi," İstanbul Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, 2001.

Satman, A., Serpen, U., Onur, M., Aksoy, N., "A Study on the Production and Reservoir Performance of Balcova-Narlidere Geothermal Field." World Geothermal Congress, Antalya-Türkiye, paper 1133, 2005.

Sener, A.C., Toksoy, M., Aksoy, N., "Importance of Load Based Automatic Control in Geothermal Energy Systems," IFAC Automatic Systems for Building the Infrastructure in Developing Countries, 26-28 June 2003, Istanbul, Turkey, 6 pp.

Serpen, U., "Hydrogeological Investigations on Balcova Geothermal System in Turkey," *Geothermics* 33, 2004, pp.309-335.

Tarcan, G., Gemici, U., Aksoy, N., "Geochemical Assessment of Scaling Tendencies of Waters in Balçova Geothermal Field, İzmir, Turkey," *Environmental Hydrogeology* (kabul edildi, Ekim 2008).

Tureyen, O.I., Sarak, H., Onur, M., "Assessing Uncertainty in Future Pressure Changes Predicted by Lumped-Parameter Models: A Field Application," Stanford Geothermal Workshop, 2007.

Toğulga, M., "Jeotermal Uygulamalar İçin Yüksek Performanslı Boru Malzemelerinin Prosesi ve Karakterizasyonu," İYTE Fen ve Mühendislik Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 2003.

Toksoy, M., Aksoy, N., Serpen, U. "İzmir İli Jeotermal Enerji Politikası ve Bölgesel Jeotermal Enerji Planı İçin Öneriler," Geocen Rapor No: 3. İYTE, Jeotermal Enerji Araştırma, Geliştirme, Test ve Eğitim Merkezi, 2003.

Toksoy, M., Çanakçı, C., İmamoğlu, F., Başeğmez, D., Gülşen, E., "Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemlerinin Kavramsal Planlanması Açısından Bölge Veri Tabanının Oluşturulmasına Yönelik Bir Anket Çalışması: Balçova "Sistem -2" Örneği," Geocen Rap. No:2003-6, 2003.

Toksoy, M., Şener, A.C., Aksoy, N., "Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemlerinde Otomasyonun Primer Enerji Tüketimi Açısından Önemi: Konvansiyonel Enerji Oranı (CER) ve Konvansiyonel Enerji Fazlalık Katsayısı (CEER)," Geocen Rap. No:2003-7, 2003.

<http://geocen.iyte.edu.tr/turkish/geocenReportsTurkish.htm>

Toksoy, M., Canakci, C., Serpen, U., "Average Heat Load of District Heating System of Balcova," World Geothermal Congress, Antalya-Türkiye, paper 2319, 2005.

Toksoy, M., Gulsen, E., Serpen, U., “Conceptual Planning of the Extension of Balcova District Heating System,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 2310, 2005.

Onur, M., Aksoy, N., Serpen, U., Satman, A., “Analysis of Well-Tests in Balcova-Narlıdere Geothermal Field, Turkey,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1131, 2005.

Öngür, T., “İzmir Agamemnon Kaplıcaları-Balçova Jeotermal Alanı Jeolojisi ve Yeni Kavramsal Jeoloji Modeli” (yayınlanmamış çalışma), 2001.

Resmi Gazete, “Jeotermal Kaynakların Araştırılması, Kuyu Açılması ve İşletilmesi ile Ruhsatlandırılmasına İlişkin Esas ve Usullerin Uygulanması Hakkında İzmir Valiliği İl Yönetim Kurulu Kararı 2002/1”, 24805, 04.07.2002.

Yavuz, E. Gunes, H., Harsa, S., Yenıdunya, A.,F., “Identification of Extracellular Enzyme Producing Thermophilic Bacilli from Balcova (Agamemnon) Geothermal Site by ITS rDNA RFLP,” J. of Applied Microbiology 97, 2004, pp.810-817.

Yıldırım, N., Gokcen, G., Toksoy, M., “Piping Network design for IZTECH Campus Geothermal District Heating System, Izmir Turkey,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1430, 2005a.

Yıldırım, N., Gokcen, G., Toksoy, M., “Low Temperature Geothermal District Heating System Design Case Study: IZTECH Campus, Izmir, Turkey,” World Geothermal Cogress, Antalya-Türkiye, paper 1431, 2005b.

Zaman Gazetesi, Bölge Haberleri, “ Jeotermal İle Doğalgaz tartışmaları Yine Alevlendi. ” 6 Ocak 2005.

## KENTİMİZDE JEOTERMAL ENERJİNİN ANLAMI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Servet YILMAZER  
servetyilmazer@ttmail.com

### 1. GİRİŞ

Su, hava ve toprak gibi enerji de hayatın vazgeçilmezlerindedir. Enerji kaynakları çeşitliliği olarak; petrol ve doğalgaz, maden kömürü ve linyit, hidrolik, odun ve tezek, yenilenebilir enerji kaynakları sayılabilir. Temiz ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgâr, güneş, biyomas, hidrojen ve jeotermal enerji sayılabilir. Jeotermal enerjinin kabuklaşma, reenjeksiyon, taşınması ve pompalanması ile yeraltından alınması gibi pek çok sorunun aşılması bu enerjiye olan talebi artırmıştır.

Türkiye jeotermal enerji potansiyelinin yaklaşık %70'inin Ege Bölgesi'nde bulunması bölgenin öneminin ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, M.T.A.'nın yapmış olduğu araştırma verilerinden büyük oranda istifade edilmiştir. Ayrıca şirketimizin yaptığı çalışmalardan da yararlanılmıştır.

### 2. JEOTERMAL ENERJİNİN OLUŞUMU VE KULLANIM ALANLARI

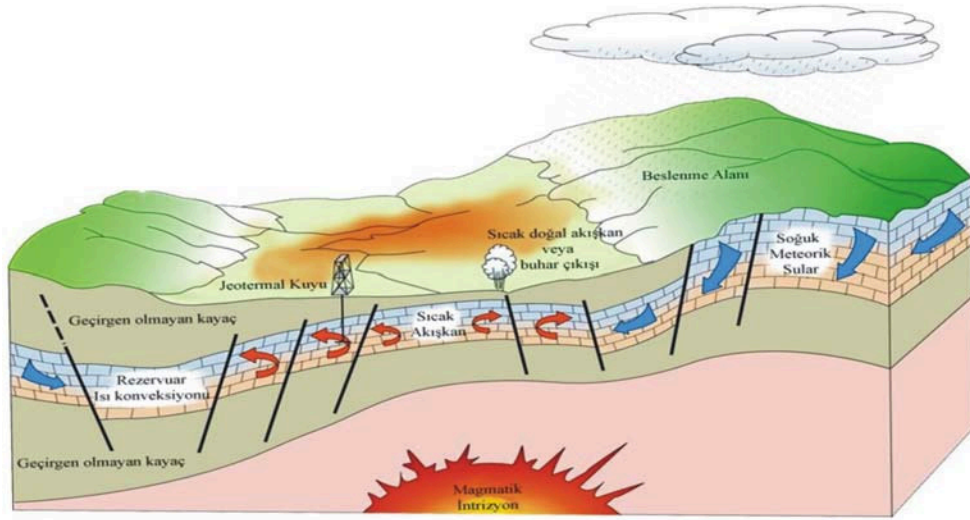
Jeotermal enerjinin önemli bir kaynak olduğu oldukça açıktır. Daha önce de belirtildiği gibi yer ısı kaynakları magma enerjisi, ekzotermik tepkimeler, radyoaktif bozunmalar ve güneş ışınlarıdır. Normal olarak yerin derinliklerine doğru sıcaklık artar. Belirlenen ortalama değer 30 °C/km'dir. Buna rağmen arz gradyanı her tarafta aynı değildir. Bazı bölgelerde bu değer 10 katı kadar jeotermal gradyanlar tespit edilmiştir. Bu tür yüksek gradyanlı yerler genellikle yer kabuğunun incelendiği zayıflık zonlarıdır. Genel olarak zayıflık zonlarına magmatik sokulmalar olabilmektedir.

Okyanus tabanları, okyanus ortası sırtlar, ada yayları, dalma batma zonları ısı akısının çok olduğu, ısının kondüksiyon ve konveksiyon yaptığı yerlerdir. İşte ısı kaynağının bu şekilde olduğu jeotermal enerji yerin merkezinden yer kabuğuna doğru yükselir. Bu şekilde yeryüzüne doğru yükselen ısı yer kabuğunun üst zonlarında yeraltı sularını ısıtarak jeotermal kaynakları oluşturur (Şekil-1).

Jeotermal Enerji; yer kabuğunun derinliğinde oluşan, doğal olarak veya sondajlar vasıtası ile yukarı çıkarılan ve ekonomik olarak kullanılabilen yer ısı enerjisidir.

Yeraltında oluşan jeotermal enerjinin kaynağı;

- Yer kabuğu içinde oluşan ekzotermik tepkimeler,
- Radyoaktif madde bozunmaları,
- Fayların ortaya çıkardığı sürtünme enerjisi,
- Ergimiş kayaların soğuması ile ortaya çıkan kristalleşme ve katılaşma ısıları,
- Magmadan çıkan çok sıcak gazların akiferler içerisinde sızmaları, şeklinde olabilmektedir.



Şekil 1. Jeotermal Enerjinin Oluşum Modeli

Jeotermal enerjinin önemini ortaya koyan, diğer enerji kaynaklarına göre farkını belirleyen üstünlükleri şunlardır:

- Yenilenebilir ve sonsuz ömürlüdür.
- Isı ve elektrik enerjisine dönüşümü kolaydır.
- Jeotermal enerji diğer enerjilerden ucuzdur.
- Çevre kirlenmesi yok denecek kadar azdır.
- Jeotermal tesislerin bakımı kolay ve ucuzdur.
- Jeotermal enerji kısa süreli meteorolojik olaylardan etkilenmez.
- Jeotermal enerji yüksek teknoloji gerektirmez.
- Jeotermal enerji milli enerjidir.
- Jeotermal enerjinin sağlık ve turizm sektörüne önemli katkıları vardır.
- Jeotermal enerji temiz enerjidir.
- Jeotermal enerji çevre dostudur. CO<sub>2</sub> emisyonu jeotermal enerjide en azdır.

Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları (Linda, B., 1973)

- 180 °C: Yüksek konsantrasyon solüsyonun buharlaşması,
- 170 °C: Hidrojen sülfid yolu ile ağırsu eldesi, Diatomitlerin kurutulması,
- 160 °C: Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması,
- 150 °C: Bayer's yolu ile alüminyum eldesi,
- 140 °C: Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte),
- 130 °C: Şeker endüstrisi, tuz eldesi,
- 120 °C: Temiz su eldesi, Tuzluluk oranının arttırılması,
- 110 °C: Çimento kurutulması,
- 100 °C: Organik maddeleri kurutma (Yosun, et, sebze vb.). Yün yıkama ve kurutma,
- 90 °C: Balık kurutma,
- 80 °C: Ev ve sera ısıtma,
- 70 °C: Soğutma (Alt sıcaklık sınırı),
- 60 °C: Kümes ve ahır ısıtma,
- 50 °C: Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar,

- 40 °C: Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır), sağlık tesisleri,
- 30 °C: Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri,
- 20 °C: Balık çiftlikleri,

### 3. DÜNYA JEOTERMAL POTANSİYELİ VE SICAK ALANLAR

Teorik hesaplamalara göre yerin 0-10 km'lik kısmının, yüksek ısı akıllı alanlarında 245x10 EJ (exajoules), düşük akıllı alanlarında 181x10 EJ yer ısı enerjisi potansiyeli vardır. Belirtilen bu enerjinin % 0.1'nin dünyadaki bugünkü enerji tüketimine göre 1000 yıllık bir rezerve karşılık gelmektedir. Dünyada jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesi 12 000 MWt ve elektrik kullanım kapasitesi ise 8600 MWe'tir.

Dünyada jeotermal enerjinin dağılım gösterdiği jeotermal kuşaklar ve bu kuşaklarda bulunan ülkeler Şekil-2'de işaret edilmiştir.

#### And Volkanik Kuşağı

Çok sayıda aktif volkanizmanın bulunması nedeniyle yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin olduğu kuşaktır. Güney Amerika'nın batı kıyısında bulunan bu kuşakta Venezüella, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin bulunmaktadır.

#### Alp Himalaya Kuşağı

150 km. genişliğinde ve 3000 km. uzunluğunda olan çok büyük bir jeotermal kuşaktır. Bu kuşak Hindistan plakası ile Avrasya plakasının çarpışması sonucu oluşmuştur. Alp Himalaya kuşağında yer alan ülkeler; İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Macaristan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet ve Çin'dir.

#### Doğu Afrika Rift Sistemi

Tektonik ve volkanik yönden aktif olan bu sistem üzerinde Zambiya, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etopya gibi ülkeler bulunur.

#### Karayip Adaları

Burada aktif volkanların bulunması nedeniyle önemli jeotermal alanlar vardır.

#### Orta Amerika Volkanik Kuşağı

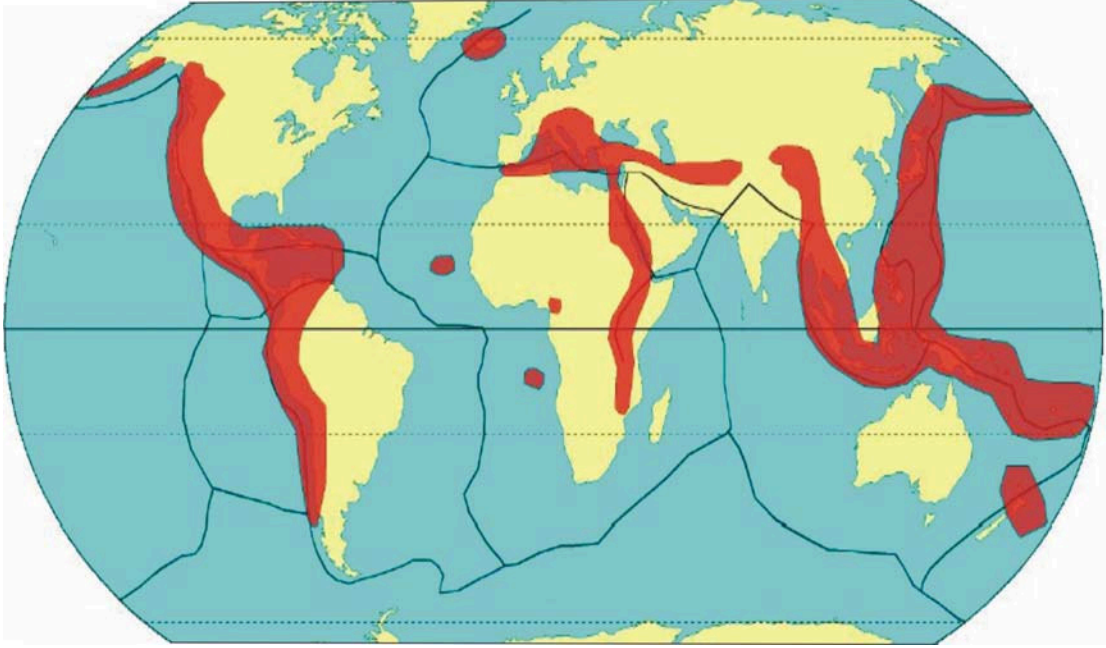
Bu kuşak üzerinde Guatemala, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama bulunur. Belirtilen bu büyük kuşaklar dışında Japonya, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, İrlanda, Meksika gibi oldukça zengin jeotermal kaynakları olan ülkeler vardır.

### 4. İZMİR İLİ JEOTERMAL KAYNAKLARI VE EKONOMİK ANLAMI

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli teorik olarak 4500 MWe ve 31100 MWt'dir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye'de belirlenen görünür ısı potansiyeli 4000 MWt'dir (MTA-2008).

---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



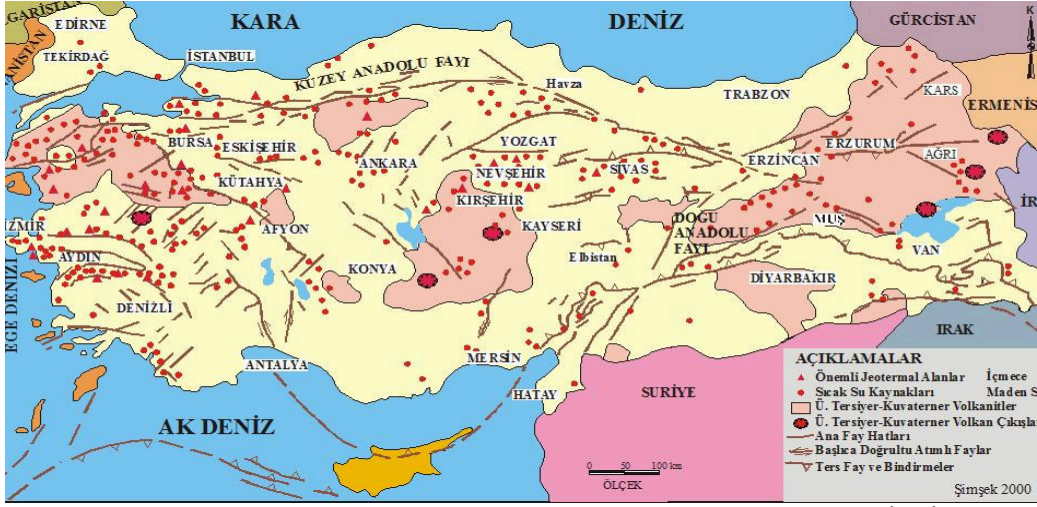
Şekil 2. Dünyada Jeotermal Enerjinin Dağılımı

Türkiye için görünür hale getirilmiş olan 4000 MWt jeotermal potansiyelin % 75 ini oluşturan 3000 MWt enerji sadece Batı Anadolu'daki 11 ilde bulunmaktadır (Şekil-3). Bu iller Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Kütahya, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşaktır. Bu illerden en zengin jeotermal kaynağa sahip olan 6'sı; Aydın, İzmir, Denizli, Kütahya, Manisa ve Afyondur. Türkiye'de görünür hale getirilmiş toplam 4000 MWt enerjiyle birçok yerleşim yerinde merkezi ısıtma yapılmaktadır. Konut ısıtmacılığının dışında termalizm ve seracılık her geçen gün artarak devam etmektedir.

1. Türkiye'nin toplam Muhtemel Jeotermal Enerji potansiyeli; 31500 MWt ısı, 4500 MWe'tir.
2. Türkiye jeotermal enerji potansiyelinin %70'i olan yaklaşık 22000 MWt enerji Ege Bölgesinde bulunmaktadır.
3. Ege Bölgesi jeotermal potansiyelinin yaklaşık %10'u olan 2200 MWt enerji ise İzmir il sınırlarında kalmaktadır. İzmir İl'i sıcaqsu kaynaklarının dağılımı Şekil-4'de verilmiştir. Bu kaynaklara ilişkin olarak hesaplanan görünür ve muhtemel potansiyeller ise Tablo-1'de sunulmuştur.
4. İzmir İli'nin yaklaşık toplam jeotermal enerji potansiyeline bakış açımız 2200 MWt ısı enerjisidir.

Görünür hale getirilen 612 000 000 KCal/h (710 MWt) enerjinin tamamı 153 Ton/saat linyit'e karşılık gelmektedir. Bu enerjinin (710 MWt) , tamamının sera ısıtılmasında değerlendirilmesi durumunda 4975 dönüm sera ısıtılacaktır. Görünür hale getirilen ısı enerjisi potansiyeli muhtemel potansiyelin üçte biri kadardır (710/2155). Yapılacak yeni çalışmalar sonucu görünür potansiyel daha da artırılarak İzmirlinin istifadesine sunulabilecektir.





Şekil 3. Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Dağılımı ve Tektonizma İle İlişkisi

İzmir’in jeotermal enerji potansiyeli ekonomik olarak ne ifade etmektedir:

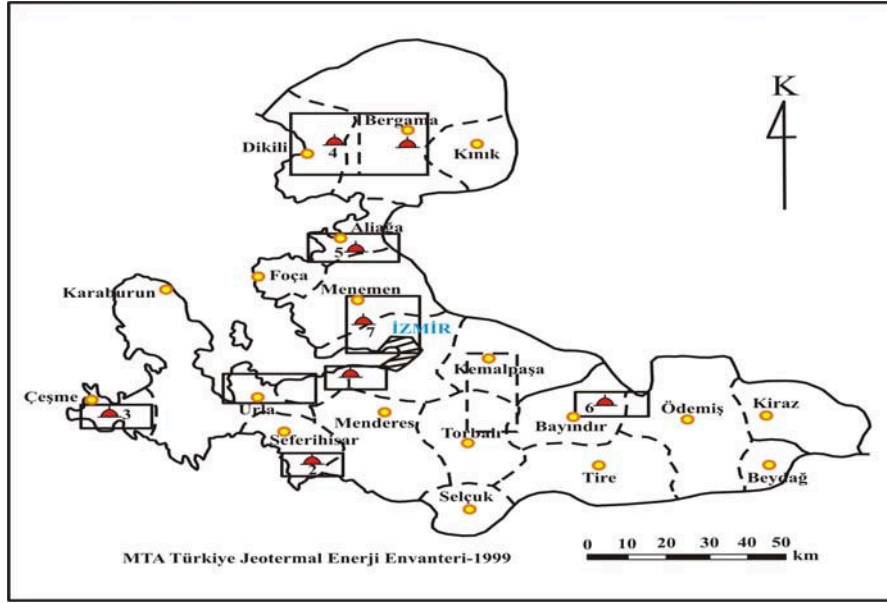
İzmir il genelinde muhtemel potansiyel 2155 MWt, görünür potansiyel ise 710 MWt dir. Burada işaret edilen görünür potansiyel 153 ton/saat linyit’e karşılık gelmektedir. Bu miktar enerji günde 3672 ton, yılda ise 1321920 ton linyit’e karşılık gelmektedir. İzmirde böylesine büyük olan jeotermal enerjinin çevresel boyutunu bir kenara bırakacak olursak, maddi boyutu bir ton linyit 300 YTL için yaklaşık  $396 \times 10^6$  YTL dir. Görünür potansiyelin artırılması durumunda şüphesiz bu potansiyel artacaktır.

Bilindiği gibi İzmir il’i genelinde yaklaşık 30 000 konut karşılığı ısıtma yapılmaktadır. Bu kadar konut karşılığı ısıtma sonucu  $150 \times 10^6$  m<sup>3</sup> doğal gaz(yaklaşık 1.2 milyon dolar) tasarrufu sağlanabileceği gibi bu enerjiye karşılık gelen CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> salınımı azaltılmış olacaktır.

Sera ve konut ısıtması dışında çok yataklı termal tesislerin ekonomik olarak daha fazla getiri sağlayacağı ise aşikârdır. Bilindiği gibi termalizm ve seracılık emek yoğun jeotermal işletmelerdir. İşsizliğin azaltılması ve bölgesel kalkınma açısından bu yatırımlar özendirilmelidir.

İzmir İl sınırları içinde görünür hale getirilen 612 000 000 KCal/h (710 MWt) enerji ile hâlihazırda ne yapılmaktadır?

1. Başta Balçova olmak üzere, Bergama ve Dikili dahil yaklaşık 30 000 konut karşılığı ısıtma gerçekleştirilmektedir.
2. Sera ısıtma alanı toplam olarak Dikili önde olmak üzere 800 dönüme ulaşmıştır.
3. Modern anlamda kaplıca işletmesi Balçova ile sınırlı kalmıştır.
4. İptidai tür kaplıca işletmeciliği, Cumalı, Karakoç, Bayındır-Ergenli, Dikili-Çamur-Nebiler’ de yapılmaktadır.



Şekil 4. İzmir İl'i Jeotermal Kaynaklarının Dağılımı.

Tablo 1. Görünür ve muhtemel potansiyelleri.

Jeotermal alan	Görünür Potansiyel (MWt)	Muhtemel Potansiyel (MWt)
Seferihisar	174.3	581
Balçova	232	581
Karşıyaka, Ulukent	0.58	87
Çeşme, Alaçatı	17.4	87
Aliğa, Menemen	29	116
Bayındır-Ergenli	1.4	5.8
Dikili ve çevresi	232	465
Bergama ve çevresi	23	232
<b>TOPLAM</b>	<b>710</b>	<b>2155</b>

## 5. İZMİR'DE JEOTERMAL ENERJİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN NELER YAPILMALIDIR?

Jeotermal enerjinin İzmir il genelinde geliştirilmesine yönelik birçok çalışmalar yapılabilir. Bunlar;

1. İlk etapta ısıtılacak konut sayısı 60000'e hedeflenmelidir. Bu konuda irade oluşması halinde Balçova ve Narlıdere'de yapılacak yeni sondajlar ile debi artırılmalıdır. Üretim ve basınç kayıpları yaşanmaması için reenjeksiyon mutlaka yapılmalıdır. Balçova ve Narlıdere'nin dışında Güzelbahçe, Karşıyaka-Örnekköy, Doğançay ve Menemen çevresinde Jeolojik, Jeofizik ve gradyan sondajı gibi potansiyel artırıcı araştırma çalışmaları yapılmalıdır. Burada işaret edilen çalışmalar MTA, İzmir Jeotermal ve Özel sektör tarafından, işaret edilen bölgelerde yapılaşmalar artmadan acilen gerçekleştirilmelidir. Temiz çevre, sağlıklı toplum ve yerli-yenilenebilir enerjinin kullanılması açısından bu konu önemlidir.

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

2. Termalizm, İzmir için oldukça önemlidir. Termal turizm ve sağlık turizmi Balçova ile sınırlı kalmadan Çeşme, Karşıyaka, Dikili ve Bergama bölgesinde de yaygınlaştırılmalıdır. Bir kürst'in 7 turist'e karşılık geldiği günümüzde termalizm yatırımları ve yatak kapasitesi artırılmalıdır. Bunun için yatırımcılara termal su ve yer gösterilmelidir.
3. Seracılık Dikili bölgesinde çok büyük gelişme göstermiştir. Bergama ve çevresinde de emek yoğun olan seracılık özendirilmelidir. Bölgesel kalkınma ve işsizliği azaltması açısından seracılık oldukça önemlidir.
4. Seferihisar ve Dikili jeotermal alanlarından elektrik üretimine yönelik girişimler başlatılmalıdır. Bu konuda Özel idare ve MTA yardımcı olmalıdır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. İzmir İl sınırları içerisinde bulunmuş olan yani görünür hale getirilmiş 612 000 000 KCal/h (710 MWt) jeotermal enerji mevcuttur.
2. Muhtemel (beklenen) potansiyel 1855 000 000 KCal/s (2155 MWt) dir.
3. Gerçek anlamda termalizm Balçova kaplıcalarında yapılmaktadır.
4. Balçova-Dikili-Bergama'da yaklaşık 30000 konut karşılığı ısıtma yapılmaktadır.
5. Dikili başta olmak üzere İzmir il genelinde toplam 800 dönüm sera ısıtılması yapılmaktadır.

İzmir il sınırları içerisinde bulunmuş jeotermal enerji potansiyelimiz 710 mwt'dir. Bu enerjinin linyit karşılığı 153 t/saat'tir (1.3 milyon ton/yıl linyit). Jeoloji-jeofizik ve sondaj çalışmaları sonucu görünür hale getirilecek olan muhtemel jeotermal potansiyel 2155 MWt'dir. Bunun linyit karşılığı ise 464 t/saat'tir. Bu miktar 4 milyon ton/yıl linyit karşılığıdır. 2008 fiyatlarına göre 1 ton linyit 300 YTL alınırsa, görünür hale gelmiş olan İzmir ilinin jeotermal potansiyelinin parasal karşılığı  $396 \times 10^6$  YTL dir.

Görünür potansiyelin artırılması ve yeraltında yatan bu yenilenebilir temiz çevre dostu enerjinin İzmir halkının hizmetine sunulması için acilen arama ve sondaj çalışmalarına hız verilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

Yılmaz, S., 1997 Batı Anadolu'nun görünür jeotermal enerji potansiyeli ve değerlendirilmesi, Türkiye 7. Enerji Kongresi.

Yılmaz, S., 1984, Ege bölgesindeki bazı sıcak su kaynaklarının hidrojeoloji ve jeokimyasal incelemeleri. DEÜ., Yüksek lisans tezi Ankara.

Yılmaz,S., 1994, Balçova termal alanının (İzmir) görünür termal potansiyeli ve kullanım alanları. Türkiye 6. enerji kongresi Teknik oturum tebliği, İzmir.

Yılmaz,S., Yakabağ, A., 1995, Çeşme termal alanının jeolojisi ve uygulamaya yönelik gelişmeler, Türk-Alman enerji sempozyumu, 1995, İzmir.

## JEOTERMAL KAYNAKLARIN DOĞRU İŞLETİLMESİNDE SONDAJ ÇALIŞMALARININ YERİ VE ÖNEMİ

Emre BABÜR  
Maden Mühendisi  
emrebabur@yahoo.com

Süleyman ÖZÜDOĞRU  
Maden Mühendisi  
suleymanozudogru@gmail.com

### GİRİŞ

Bu çalışma, jeotermal kaynakların aranması, araştırılması ve işletilmesinde önemli bir araç olan sondaj çalışmalarını kısaca tanıtip önemini ve Türkiye'deki durumunu İzmir özelinde tartışmak amacıyla kaleme alınmıştır.

### SONDAJ

Sondaj eski çağlardan beri insanoğlunun çeşitli amaçlarla (arama, araştırma, üretim, enjeksiyon, reenjeksiyon, atık depolama, vb.) yeryüzünde dikey (aşağı, yukarı), yatay, eğimli, yönlü olarak açtıkları dairesel kesitli boşluklardır.

Sondaj işlemlerinden günümüzde; petrol, doğalgaz, jeotermal gibi enerji ve yeraltı suyu üretiminde birincil olarak yararlanılmaktadır. Yukarıda sıralanan sektörlerde kullanılan sondaj işlemleri, genellikle projede en çok gideri oluşturan kalemdir. Sondajı diğer arama-araştırma işlemlerinden ayıran en önemli farklardan bir tanesi de başarısız olunması durumunda, işlemi yapanın maddi kaybının yanında görünen veya görünmeyen ortamlara hatta kalıcı olabilecek zararlar verebilmesidir.

Sondaj çalışmalarında ilke; sondaj yapılacak lokasyonda sondajın yörüngesi üzerinde karşılaşılabilecek; delinebilirlik, basınç, içerdikleri akışkanın özellikleri farklı olan yeraltındaki katmanların uygun yöntemlerle yalıtılarak amaçlanan katmanın atmosfere açılmasıdır. Doğal olarak kuyuda kalacak malzemenin kuyu hangi amaçla kullanılacaksa işlevini o amacı gerçekleştirmek için kuyu ömrü süresince koruyacak şekilde seçilmesi ve yerine yerleştirilmesi gerekecektir. Bu iş yapılırken kazılan ve işlem yapılan yer görülemediğinden, çalışmalar sondajcının bilgi ve deneyimi ile yukarıdan, görmeden yapılır. Sondajcı çalışırken iki ana veriden yararlanır, birincisi sondaj dizisinin ağırlığı ikincisi (genellikle kullanılan düz sirkülasyonlu ve çamurla çalışma yapıldığı varsayımıyla) pompa basıncıdır.

### Jeotermal Sektöründe Sondajın Yeri

Jeotermal enerjinin kullanılabilir duruma getirilmesi için arama-araştırma, üretim ve reenjeksiyon çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların en son ve en pahalı aşaması sondajdır.

Jeotermal sondajlar, diğer sondajlardan ayrılan özellikleri nedeniyle genellikle daha zor ve daha pahalıdır. Bir jeotermal sondaj aynı derinlikteki ortalama bir petrol kuyusundan

---

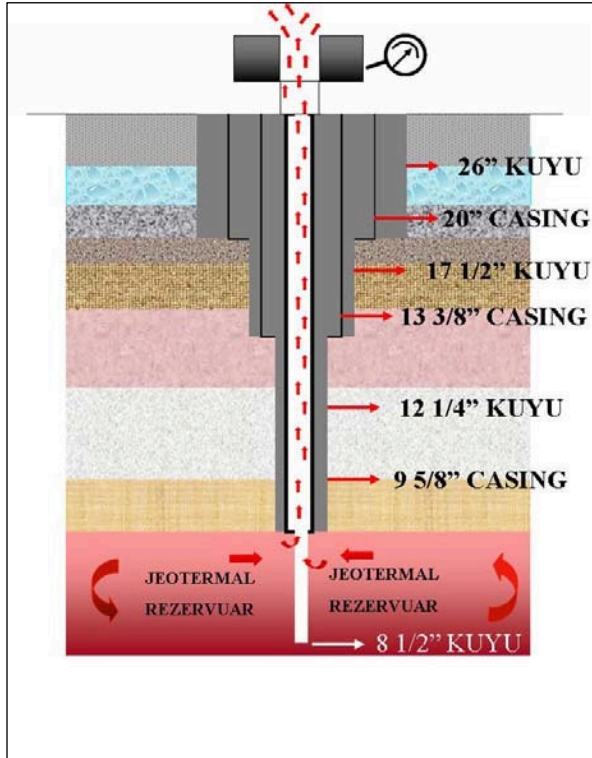
\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

yaklaşık %30 daha pahalıdır. Bu sondajlarda her ne kadar normal petrol kuyularında kullanılan ekipman, standart ve yöntemler kullanılıyorsa da bu fark kazılan birimlerin genellikle daha duraysız ve sıcak olmasından gelir.

Bu sektördeki üretim ve reenjeksiyon kuyularının nasıl açılması gerektiğini göstererek uygulanan bazı olumsuz örneklerle konunun önemini anlatmaya çalışalım.

## TEKNİĞİNE UYGUN AÇILMIŞ BİR JEOTERMAL KUYU

Yüzeyde bulunan gevşek formasyonu ve varsa yeraltı suyunu izole etmek amacıyla, kazılan kuyuya boru dizisi indirilerek çimentolanır. İndirilen bu diziye yüzey boru (surface casing) denilir. Bu aşamada kuyu kazılırken kuyu başı güvenliği olmadığı için yüzey aktivitesi beklenen lokasyonlarda kazı çok dikkatli gözlenmelidir. Ardından bu boru dizisi içerisinden sondaja devam edilerek tekrar bir boru dizisi indirilir ve çimentolanır. Ara boru (intermediate casing) dizisi olarak isimlendirilen bu diziden sonra hedeflenen rezervuar düzeyine kadar sondaja devam edilir ve üretim boru dizisi (production casing) kuyuya indirilerek arkası çimentolanır. Kuyu başı güvenliği sağlandıktan ve belli testler yapıldıktan sonra hedeflenen düzey (üretim veya reenjeksiyon yapılacak rezervuar) kazılarak gerekiyorsa bu düzeye delikli borular indirilir. Ardından kuyu üretime alınarak gerekli testlerin yapılmasına geçilir.



Yukarıdaki paragrafta anlatılan işlemlerle tekniğine uygun olarak açılmış bir jeotermal sondaj kuyusu Şekil 1 de toplu olarak gösterilmiştir. Burada yapılacak bir hata büyük zararlara neden olabilir. Bir sonraki başlıkta sistematik olarak bunlar incelenmiştir. Türkiye’de su sondajı yapacak bir sondör mevzuat gereği DSİ’de sınava girerek belge almalıdır. Her ne kadar TSE’de su sondajı standardı yoksa bile DSİ’nin bu konuda yayınları ve kuyu projelerinin aynı kurum tarafından onaylanması koşulu vardır. Jeotermal konusunda böyle bir standart olmadığı gibi kuyu projesini onaylayacak bir kurumda yürürlükteki mevzuatta yoktur. Kullanılacak ekipmanla ilgili bu eksiklik kuyuları kazacak personel içinde aynen devam etmektedir.

Şekil 1. Tekniğine Uygun Olarak Açılmış Bir Jeotermal Kuyu. Rezervuar Kontrol Altında.

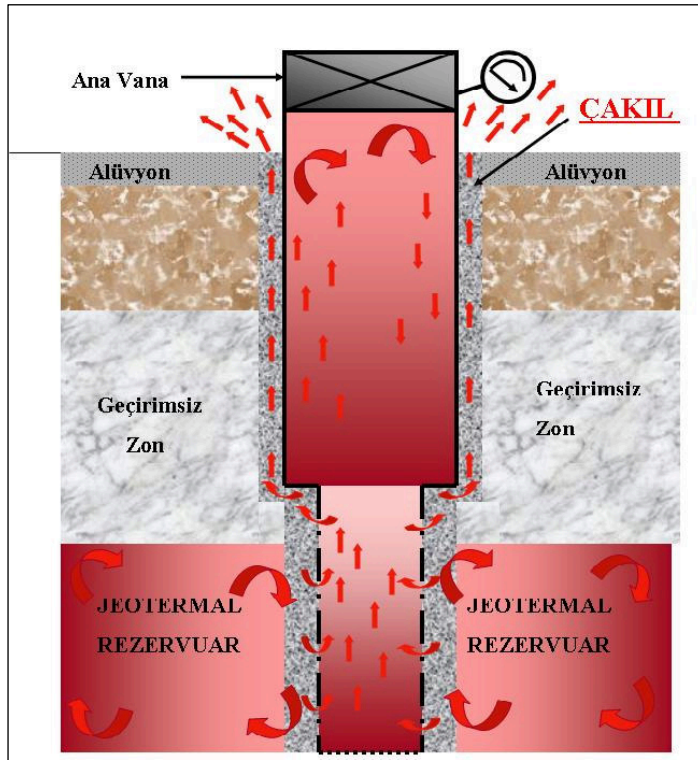
## TEKNIĞİNE UYGUN AÇILMAMIŞ KUYULAR VE SONUÇLARI

Ülkemizde yapılan jeotermal sondajlarda, yukarıda sözü edilen mevzuat eksikliği ve eğitilmiş eleman eksikliği nedeniyle bir boşluk gözlenmekte ve bunun sonucunda;

- Çoğunlukla ithal malzemeyle yapılan ve teçhiz edilen kuyularda ekonomi dışı bir çalışma yapılmakta,
- Bu başlıkta anlatılacak olan uygulamalarla akiferlere, rezervuarlara ve çevreye büyük zararlar verilmektedir.

Bir jeotermal kuyu kazılırken en korkulan olaylardan biri kuyunun sondajcının iradesi dışında üretime geçmesidir. Eğer kuyu tekniğine uygun malzeme ve yöntemle teçhiz edilmiş ve uygun kuyu başı düzeneği varsa, bu üretim genellikle kontrol altına alınır. Ancak bazı durumlarda, sondaj sırasında uygun ekipman ve/veya bilgi eksikliği nedeniyle kuyu terk edilmek zorunda kalınabilir. Ancak bizce bundan daha vahimi aşağıda şematize edilmiş örneklerde başlıklar halinde verilen uygulamalardır. Bu durumdaki kuyuların iptal veya tamir edilerek kullanıma alınması zor, riskli ve pahalı çalışmaları gerektirir.

### Yanlış teçhiz edilmiş jeotermal kuyu 1



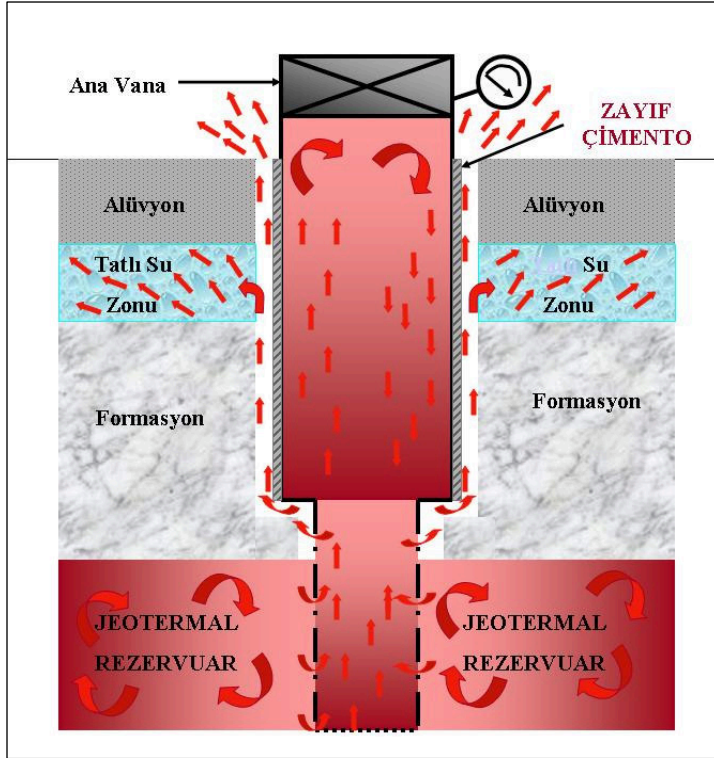
Bu tip kuyular, soğuk su kuyularını açarken elde ettikleri bilgi ve deneyimleri bu sektörde kullanmak isteyenler tarafından açılmakta ve sonucunda çevre büyük zarar görmektedir. Bu tip kuyuların kazıldığı yerlerde yeraltı suyu varsa kirlenmektedir.

Bu durumda jeotermal rezervuar kontrol altında değildir ve eğer basıncı yüksekse bir krater oluşumuna bile neden olabilir.

Şekil 2. Su Kuyusu Teçhiz Tekniğinin Jeotermal Kuyu Açmak İçin Kullanılması.

### Kötü çimentolu jeotermal kuyu 1

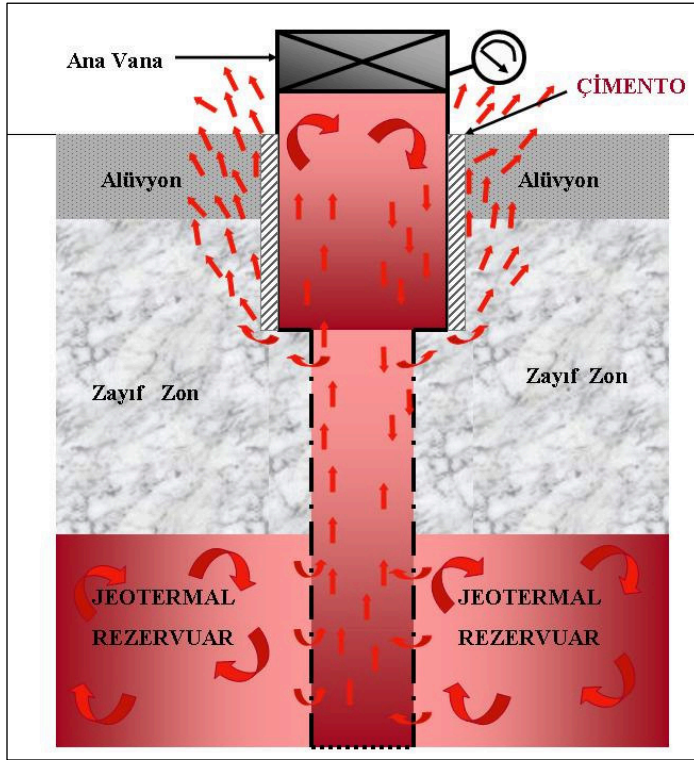
Bu tip kuyular biçim olarak jeotermal kuyuyu andırmakta ancak jeotermal kuyularda büyük öneme sahip çimentonun uygun biçimde yapılmaması nedeniyle rezervuar yine kontrol altına alınamamaktadır. Bu tip örnekler; bilgi, uygun ekipman (özellikle pompa) yokluğu nedeniyle sıkça yaşanmakta ve en iyi durumda “micro annulus” olarak adlandırılan ve metal boru dizisiyle çimento arasında oluşan ince boşluk nedeniyle jeotermal akışkanın kontrolsüz olarak yüzeye gelmesi engellenememektedir.



Bazı durumlarda akışkanın karakterine bağlı olarak bu boşluklar tıkanmakta, bazı durumlarda ise kontrolsüz akışkan üretimi artmaktadır.

Şekil 3. Çimentolama Hatası Nedeniyle Çevrenin Zarar Görmesi.

### Boru dizisinin uygun derinliğe indirilmemesi



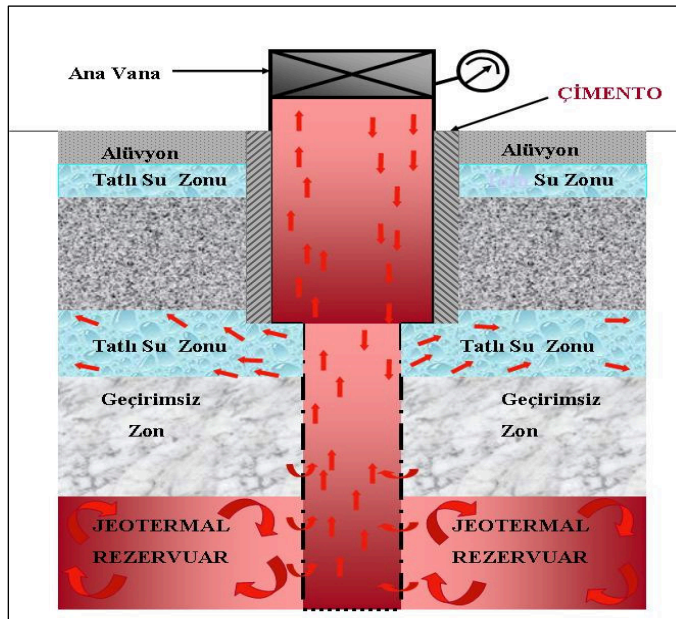
Bu örnekte, boru indirilecek derinlikteki formasyonun çatlama gradyeninin (leak off gradient) bilinmemesi sonucu çimentolama işlemi ve kuyubaşı donanımı iyi bile olsa, jeotermal rezervuarın basıncına bağlı olarak, vana kapatıldığında kontrol sağlanamayabilir ve basınçlı akışkan zayıf bulunduğu zonlardan yüzeye çıkarak büyük zararlara neden olabilir.

Benzer bir durum kuyuya çeşitli amaçlarla akışkan (su vb.) basılırken kuyubaşı basıncını kontrol etmemek ve leak off gradyenin aşılmasıyla kuyu çevresinde tehlikeli durumların oluşmasıdır.

Bu tip kuyuları kontrol altına almak çok zordur.

Şekil 4. Boru Dizisinin Yeterli Derinliğe İndirilmemesi Nedeniyle Yaşanan Olumsuzluklar.

### Yanlış teçhiz edilmiş jeotermal kuyu 2



Bu örnek belki de en zararlısıdır. Sondaj bitmiş ve vana kapatılınca yüzeyden her şey kontrol altında gibi görülmektedir. Ancak sondaj sırasında fark edilmeyen ikinci bir akifer yaşanan yer altı blowoutu (underground blowout) nedeniyle kirlenmektedir.

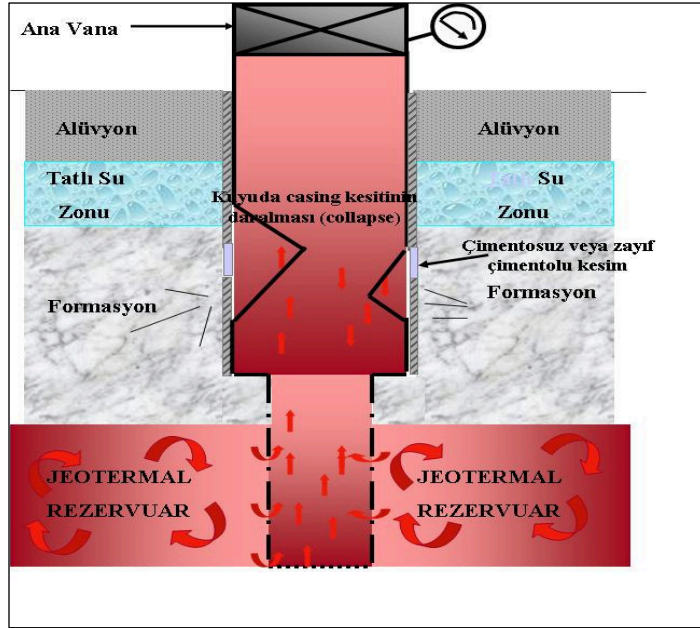
Bu durum ancak kirliliğin bu akiferden su alan kuyulara zamanla ulaşmasıyla ve doğru yorumlamayla veya kuyuda yapılacak testlerle ortaya çıkarılabilir.

Bu durumun giderilmesi olasılığı doğru işlem uygulanırsa yüksektir.

Şekil 5. Yanlış Teçhiz Nedeniyle Yaşanan Yeraltı Blowoutu.



## Kötü çimentolu jeotermal kuyu 2



Yapılmaması Nedeniyle Yaşanan Olumsuzluk.

Burada sunulan örnekte, çimentonun boru dizisinin çevresini her kesiminde yeteri kadar sarmaması nedeniyle boru dizisi, oluşan boşluklardan, kuyunun üretime alınması yani ısınması sonrasında gelişen ısıl gerilmeler sonucu her iki ucunun çimento tarafından tutulması nedeniyle uzayarak kırılabilir.

Bu durum kuyudan üretim alınmasına veya reenjeksiyon işlemine engel olabildiği gibi rezervuarın kontrol altına alınması da zorlaşabilmektedir.

Şekil 6. Boru Çimentosunun İyi

## SONUÇ

Kent sorunlarıyla ilgili bir toplantıda, bu bildiride yer alan konunun gerekliliği sorgulanabilir. Ancak yukarıda anlatılan olumsuzluklardan en azından birkaç tanesinin İzmir ve çevresinde yaşanarak, basına da yansımış olduğu konuyla çok ilgili olmayanların bile anımsayacağı bir husustur.

Ülkemizin doğal varlıklarından biri olan jeotermal enerji, akıllı kullanılırsa yarar, tekniğine uygun kullanılmazsa, harcanan ekonomik varlıkların dışında çevreye kalıcı zarar verebilir. Ülkemizde bunun örnekleri azımsanmayacak çokluktur. Özellikle sondaj çalışmalarında görevli personelin bilgili ve deneyimli olması projelerin sağlığı açısından çok önemlidir.

Ancak ülkemizdeki durum olması gerektiği gibi değil, olumsuzluklarla doludur. Özellikle mevzuattaki yetersizlik ve yanlışlıklarla da beslenen bu durumun giderilmesi için bu konuda “yeterli” personelin sondaj çalışmalarını yürütmelerine yönelik düzenlemeler acilen yapılarak uygulamaya sokulmalıdır.

## GÜNEŞ KAYNAKLI TEKNOLOJİLERDEN KENTLERİN ENERJİ SORUNLARINA KATKILAR

Prof. Dr. Sıddık İÇLİ  
s\_icli@yahoo.com

### 1. GİRİŞ

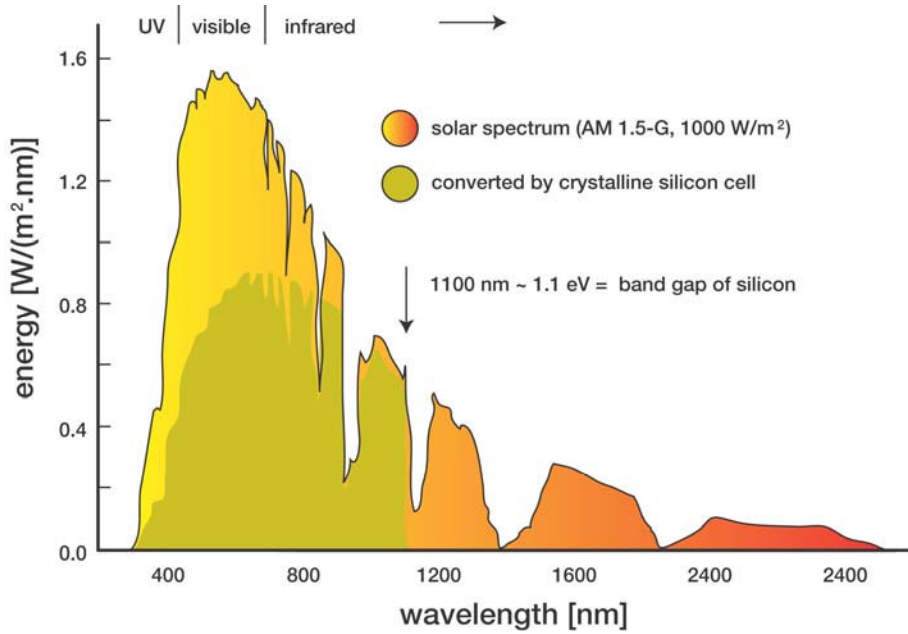
Giderek yoğunlaşan *küresel ısınma* tehditleri, fosil enerji kaynaklarının gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından sürekli ivmelenen kullanım artışı özellikle kent yaşamını en fazla tehdit eder hale gelmiştir. Türkiye'nin sanayileşme hızının artışı, kentlerde ki nüfus oranının giderek kırsal kesimler kesim nüfusunun önüne geçmesine neden olmaktadır. Yoğunlaşan kentlerimizin hızla artan enerji gereksinimleri, fosil yakıtların oluşturduğu gaz-sıvı-katı kirlilikler, insanlarımızın fiziksel ve ruhsal sağlıklarını tehdit ettiği kadar, oluşan düzensizlikler ülke genelinde geleceğe güvensizlikle bakışımızı yoğunlaştırmaktadır. *Küresel ısınma* tehdidinin özü, organik kimyasal yapıları fosil yakıtların oksidasyon reaksiyonlu ekzotermik kimyasal reaksiyonlarında ısı yanında karbondioksit-CO<sub>2</sub> gazı üretmeleridir. Karbondioksit-CO<sub>2</sub> gazı üretiminin yeryüzünde sürekli artışı, bu kararlı moleküler yapının atmosferde ki oranının artmasına neden olmaktadır. Bu artış, karbondioksitin moleküler yapısının ısı soğurma kapasitesi ile Dünya'nın atmosferinde güneş ışınımının ısı halinde soğurulmasının artmasına, sonuçta atmosferdeki ortalama ısı oranlarının artmasına neden olmaktadır. Hassas bir dengede olan ve uzayda benzeri bir oluşumunun şu ana kadar hiç bir planette bulunmadığı, yeryüzü organik yaşam düzeninin değişimi, dolayısı ile yeryüzünde ki yaşam düzeni tehdit altına girmektedir. Şüphesiz çözüm fosil yakıtlarının kullanımından vazgeçilerek, karbondioksit üretmeyen (veya karbon dioksit emisyonu vermeyen) enerji kaynaklarının kullanımına yönelmesidir. Güneş enerjisi, fotosentez olayı ile yeryüzünde bugün ki organik yaşam olarak adlandırdığımız tüm bakteriyel, bitki ve hayvansal oluşumun kaynağıdır. Bir bitki, kutuplarda dahi soğukta donmadan bünyesinde ki fotosentez fabrikası ile hayatta kalabilmekte, hatta doğup, büyüüp, ölüp ve tekrar doğabilmektedir. O zaman küresel ısınmaya çözümün bu olağanüstü doğal enerji dönüşüm sisteminin sırlarının çözümü olacağı açıktır. Ancak maalesef, bu sırları çözmek, milyarlarca insanın enerji kaynağına kısa sürede dönüştürebilmek hiçte kolay gerçekleşebilecek bir hayal değildir. M.Ö. 3.000-4.000 yıllarında eski Mısır, Hitit ve Çin medeniyetlerinde güneşi tanrısal bir yaratık olarak tanımlama ve tapınma, bu kavramının bir açıdan ispatlarıdır. Anadolu Hititleri güneşi Arinna adlı bir kraliçe Tanrı, eski Mısırlılar ise Aton adlı erkek Tanrı olarak adlandırmışlardır. Aton, resimde görüldüğü gibi ışınlarını insanlar üzerine cömertlikle yayan bir Tanrı olarak sembolleştirilmiştir.



Güneş kaynaklı enerji teknolojilerinin kullanımının, tartışmasız Dünya'nın gelecek umudu olduğunun belirginleşmesine rağmen, ancak ekonomik ve eğitim-kültür düzeyi ileri olan Ülkeler arasında (Almanya, İsveç, Danimarka, Hollanda, Norveç, Japonya,... gibi) planlı ve

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

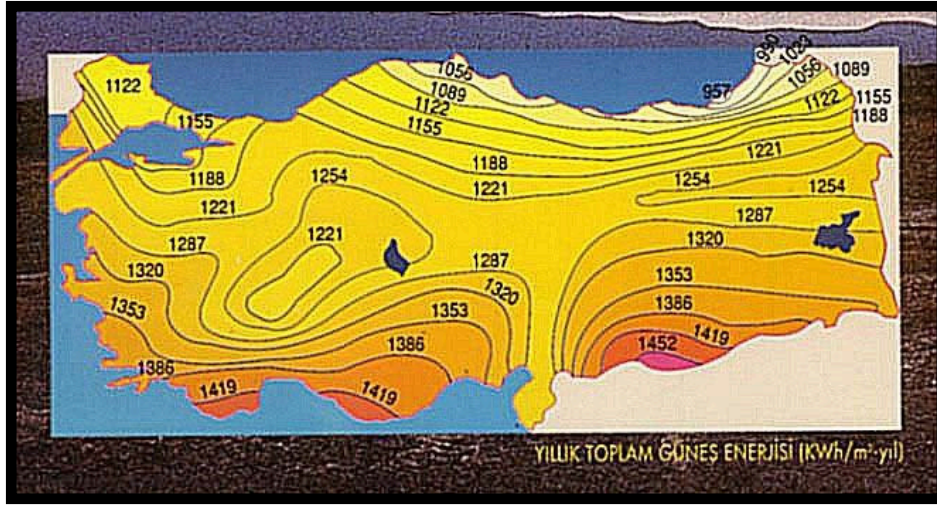
etkili kent uygulamaları görülebilmektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise henüz bilinçli politikalar yeterince üretilmemiş ve uygulamaya konulamamıştır. Hâlbuki güneş ve güneşin çocukları olan rüzgâr-biyokütle enerji kaynakları, Ülkemizde Dünya ortalamalarının üstündedir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımının toplam gücü  $4.1 \times 10^{13}$  kcal ( $1.7 \times 10^{14}$  kW), Atmosfer dışında  $1370 \text{ W/m}^2$ , yeryüzünde ise  $0-1100 \text{ W/m}^2$  dir,  $300-2500 \text{ nm}$  boyutlarında yeryüzüne enerji getirmektedir (Bak; şekil 1). Dünya’da tüketilen enerji miktarı ise yaklaşık  $13 \text{ TW}$  ( $1.3 \times 10^{10}$  kW)’tır. Yani bugün yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi insanoğlunun gereksiniminin 10.000 katından fazladır. İnsanoğlu, daha ilk çağlarda, güneşin bu yaratıcı gücünü farketmişti. Örneğin, Taş Devri insanları mağaralarını daima yamaçların güney cephelerinde yaparak nesillerini sürdürebilmişlerdir. Açıkça görüldüğü gibi güneş enerjisinin insanoğlunun enerji gereksinmesine dönüşüm teknolojilerinin geliştirilebilmesi küresel ısınma sorunlarına çözüm getirebildiği gibi, çevre, ekonomi ve enerjinin sosyal düzeyde eşit paylaşım sorunlarını da çözebilecektir. Güneş Dünya’nın her coğrafi yöresine ayırım gözetmeksizin ışınımını yaymaktadır.



Şekil 1. Solar Emisyon Spektrumu.

Türkiye’ nin Güneş enerjisinden yararlanma oranı tüm Avrupa Ülkelerinden fazla, yalnız İspanya ile eşdeğer coğrafi konumdadır. Şekil 2 de görüldüğü gibi Türkiye ortalama  $1000-1450 \text{ kWh/m}^2$ .yıl oranlarında güneş enerjisinden yararlanmaktadır.

Bu oranda Dünya ortalaması gibi Ülkemizin tükettiği elektrik ve diğer fosil enerji kaynaklarının 10.000 katından fazladır. Kentlerimizde enerji gereksinimlerinin güneş kaynaklı enerji teknolojilerine yönlendirilmesi, yalnız ekonomik gelişme zorunluluğumuzun ötesinde gelecek nesillere gerek sosyal güvenli bir ülke miras bırakabilmemizdir.



Şekil 2. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi (Kwh/Yıl.M<sup>2</sup>) Haritası.

Güneşin ısısından direkt yararlanma maalesef enerji gereksinimlerini yeterince sağlamaktan uzaktır. Çünkü güneş ışınımının ısıya dönüşüm oranı düşüktür (maksimum 5%), ve depolanma verimi de yeterli değildir. Güneş enerjisinin yüksek verimde depolanarak kullanımı fotosentez olayının sınırlarında sınırlıdır. İnsanoglu fotosentez mucizesinin sorunların tümü ile çözebildiği anda yeryüzünde ki küresel ısınma, karbon dioksit emisyonu sorunlarının da son bulacağı aşikârdır. Bitkiler yeryüzünde her yıl yaklaşık  $10^{11}$  tons of karbon dioksiti yaşam mekanizmaları için tüketmektedirler. Öte yandan bitkilerin fotosentez ile topladıkları enerji miktarı ise  $7 \times 10^{17}$  kkal, ki eşdeğeri  $9 \times 10^4$  GW veya  $9 \times 10^{10}$  kWelektrik gücünün sürekli üretilmesidir.

Kentlerimizde de kullanabileceğimiz enerji kaynaklı teknolojileri, güneşten direkt ve indirekt kullanılanılabilen kaynaklar olarak iki ana gruba ayırabiliriz. Güneş enerjisinden direkt oluşturulan enerji kaynakları; 1) Güneş Pilleri (Güneş Gözeleri), 2) Termal Güneş Enerjisi Teknolojileri'dir. İndirekt Güneş Enerjisi Teknolojileri ise; 3) Rüzgâr Enerjisi Teknolojileri ve 3) Biyokütle Enerjisi Teknolojileridir.

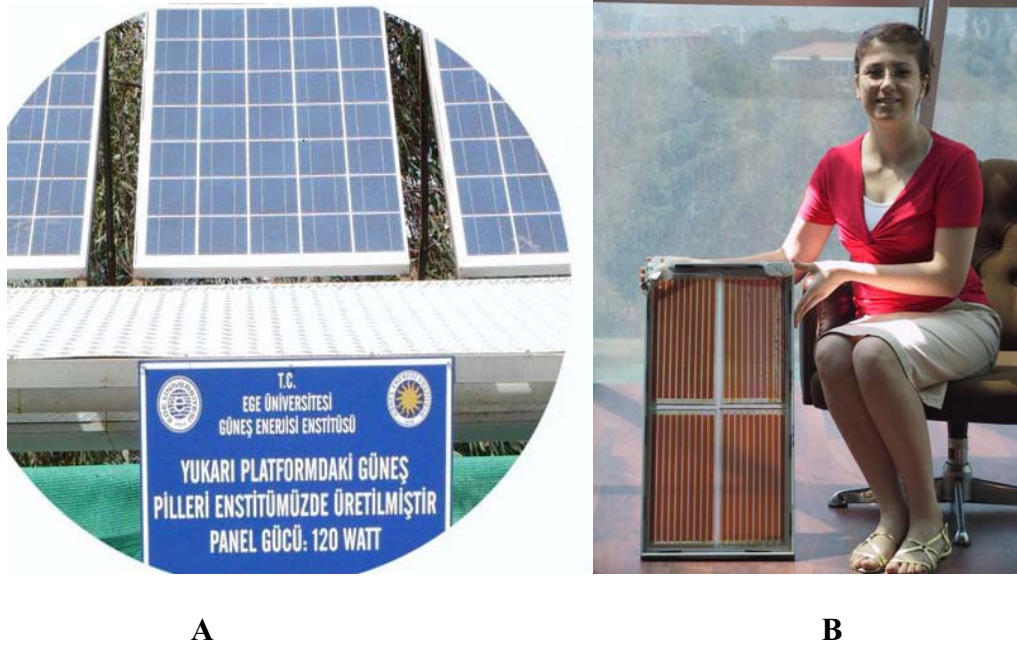
## 2. GÜNEŞ PİLLERİ (GÜNEŞ GÖZELERİ)

Güneş Pili deyimini çok doğru deyim değildir, çünkü pil bir enerji depolama sistemidir ve elektrik üreten ancak tükenen bir kaynaktır, yani **yenilenebilir bir enerji teknolojisi** değildir. İngilizce de olan **Solar Cells** deyimini, ki Türkçesi **Güneş Gözeleri** veya **Hücreleri**, doğrudur. Güneş enerjisinden elektrik üretiminin temel teknolojisi olan Güneş Gözeleri, tüm coğrafi konumlarda kullanılabilirler için kentler için en ideal temiz enerji teknolojileridir. Ancak bu teknolojik aygıtların alımı yüksek maliyetleri yaygınlaşmayı frenlemektedir.

Güneş pilleri olarak adlandırılan güneş gözeleri-hücreleri, aslında güneş ışınımını elektriğe dönüştürebilen aygıtlardır. Çalışma prensipleri ise bugün insanoglunun çözebildiği karmaşık fotosentez mucizesinin birkaç sırrından başka bir şey değildir. Güneş pilleri birer nanoteknolojik aygıtlardır. Nanoteknoloji deyiminin tercümesi, nanometre, yani molekül büyüklüğü boyutlarında, oluşturulabilen teknolojik aygıtlardır. Son yüzyılda hızla gelişen

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

teknoloji sistemleri, makina dediğimiz teknoloji harikalarımızı, metre-mm boyutlarından, mikroelektronik sistemlerde mikron boyutuna ve bugün moleküler fizik-kimya biliminde ki olağanüstü gelişmeler ile nanometre boyutuna indirgenmiştir. Fotosentezin tüm sırları henüz çözülemediği için bugün bu geleceğimizin kurtarıcısı olarak gördüğümüz bu elektrik üretebilen bu güneş hücreleri kahramanları, henüz çocukluk dönemlerindedir, verimleri düşük (ticari ürünlerde maksimum 20-25%), ve maliyetler yüksektir. Ancak bilinen silisyum kristali güneş gözesi teknolojisine paralel olarak gelişen plastik-organik ve organik boyar maddeli güneş gözeleri teknolojileri, plastik yüzeyler üzerinde nanoteknolojik olgular (moleküler-nmolekük boyutunda teknoloji) ile üretilebildikleri için yakın gelecekte baskı-print teknolojisi ile seri üretimleri başlatabileceklerdir (bak: Şekil 3 ve <http://eusolar.ege.edu.tr>). Bunun anlamı gerek maliyetlerin düşmesi ve gerekse kentlerde milimetrelilik boyuttan başlayan uygulamalar yanında kilometrelilik boyutta elektrik santrallerinin de kurulabilmesidir. Gürültü, atık sorunları içermeyen güneş gözeleri teknolojisi geleceğin modern-barışçıl kentlerinin, tıpkı bir ağacın gür yeşil yaprakları gibi, koruyucu şemsiyesi olacaktır.



Şekil 3. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsünde A) Laminasyon Teknolojisi İle Üretilen (Yarı Yerli Üretim) Silisyum Kristal Güneş Gözeli Paneller ve B) Tamamen Yerli Olanaklar İle Üretilen Organik Boyar Maddeli Güneş Gözesi Paneli.

### 3. TERMAL GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİLERİ

Termal Güneş Enerjisi Teknolojileri bugün çatılarımızda kullandığımız sıcak su üreten güneş panelleri sistemidir. Kentlerin enerji gereksinimini çok sınırlı karşılayan bu basit olmakla Türkiye’de çok yaygındır, Ülkemizin tüm coğrafi bölgelerinde kullanılmaktadır. Çoğu sistemler düşük verimli olmakla birlikte, yaygın kullanım, sıcak su üretmek için kullanılacak elektrik veya fosil yakıt harcamalarından ciddi bir tasarruf sağlamaktadır. Dünya’da bu teknolojiyi en yaygın ve başarılı ülke Çin’den sonra Türkiye’dir. Bu teknolojinin gelecekte,

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

metalik yapılar yerine plastik esaslı Güneş Tuzağı denilen teknolojiye dönüştürülmesi kentlerde, gerek maliyet düşüşleri ve gerekse görünüm kirliliğini azaltma kazançlarını getirebilecektir (bak: Şekil 4 ve <http://eusolar.ege.du.tr>).



Şekil 4. Güneş Tuzağı, Polimerik Sıcak Su Üretim Sistemi.

#### 4. RÜZGÂR ENERJİSİ TEKNOLOJİLERİ

Yenilenebilir Enerjiler Kanununun maalesef çeyrek yüzyıllık bir geciktirme ile ancak 3 yıl önce kabul edilmesinin ardından Ülkemizde ki rüzgar santrallerinden elektrik üretimi 30 MW tan 200 MW a ulaşan düzeylere ulaşmıştır. Her biri 1-2 MW oranlarında elektrik üretebilen rüzgar türbini santralleri, rüzgar hızı ancak 5 m/s den fazla olabilen yüksek dağ tepelerinde veya sahillerde kurulabilmektedir. Türkiye'nin rüzgar haritası elektrik üretim potansiyelimizin 100 GW civarında olduğunu göstermektedir. Bu orana çeyrek yüzyıl sonra ulaşılabilmesi beklenmektedir ve ancak Ülkemizin elektrik gereksinimimizin 20%'si rüzgar tarafından karşılanabilecektir. Bu oran küçümsenmeyecek bir orandır, aynı zamanda güvenli bir elektrik enerjisi kaynağıdır. Kentlerin en olumsuz koşullarda (deprem gibi...) acil elektrik gereksinimine çare olabilecektir. MW gücünde rüzgar türbinleri Ülkemizde ki firmaların yurt dışı ortaklıkları ile üretilmektedir. Kırsal kesimde ve lokal amaçlar için 5-100 kW gücünde rüzgar türbinlerinin Türkiye'de üretilmesi zorunludur. Güneş Enerjisi Enstitümüz öğretim üyemiz Yrd. Doç. Dr. Numan Sabit Çetin'in gerek doktora tez çalışmaları ve gerekse doktora sonrası çalışmaları ile 100% yerli teknoloji ürünü 5-10 kW lık rüzgar türbinlerini İzmir'de lokal firmaya ürettirmeyi başarmıştır (bak: Şekil 5 ve <http://eusolar.ege.du.tr>). Halen 20 kW lık rüzgar türbinleri üzerinde çalışılmaktadır.



Şekil 5. Güneş Enerjisi Enstitüsü Bahçesinde 100% Yerli Üretim 5 Kw'lık Rüzgar Türbini.

## 5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Türkiye tarım ürünlerinin zenginliğine paralel olarak bilinçsiz kullanılan hayvansal atık enerji kaynaklarına sahiptir. Ayrıca kentlerin önemli bir atığı çöplerdir. Yüksek verimli biyokütle reaktörleri ile atık tarımsal ürünlerden, hayvansal atıklardan ve/veya çöplerden metan gazı üretmek mümkündür. Metan gazından elektrik üretilebileceği gibi direkt olarak doğal gaz gibi kentlerin enerji tüketimi için kullanılabilir. Avusturya, petrol-doğal gaz bağımlılığı azaltmak için ormanlarda ki biyokütle atıklarından kontrollü olarak üretmekte ve Ülkenin elektrik gereksiniminin üçte bire yakını temin edilebilmektedir. Türkiye de uzun yıllardır Ziraat fakülteleri ve diğer araştırma kurumlarında bu amaç için çalışmalar yapılmış olmakla birlikte ticari amaç uygun yüksek verimli biyoreaktörler üretilebilmemiştir. Güneş Enerjisi Enstitüsünde (bak: Şekil 6 ve <http://eusolar.ege.du.tr>) son 7 yıllık çalışmalarda yüksek verimli güneş enerjisi destekli metan gazı biyoreaktörler üretilmesi başarılmış ve son bir yıldır bu biyoreaktörlerin Ege Bölgesinde pilot tarım kooperatifleri, çiftlikler ve kırsal belediye bölgelerinde yüksek kapasitede metan üretim sistemleri kurulmuş ve kurulmaktadır. Enstitümüz Enerji teknolojisi Ana Bilim dalı başkanı prof. Dr. Günnur Koçar ve ekibi başarıları nedeni ile DPT tarafından teknolojinin Ülkemizde yaygınlaştırılabilmesi için desteklenmişlerdir. Bu biyoreaktörler kırsal kesime adeta doğal gaz getirebildiği, büyük kentler üzerinde ki enerji tüketim yüküne de katkıda bulunabilmektedirler.



(A)



(B)

Şekil 6. Güneş Enerjisi Destekli Yüksek Verimli Biyoreaktörler, A) Güneş Enerjisi Enstitüsü Bahçesinde, B) Pamukören Biyogaz Tesisi.

## 6. SONUÇ

Açıkça görüldüğü gibi güneş enerjisinin insanoğlunun enerji gereksinimine dönüşüm teknolojilerinin geliştirilebilmesi küresel ısınma sorunlarına çözüm getirebildiği gibi, çevre, ekonomi ve enerjinin sosyal düzeyde eşit paylaşım sorunlarını da çözebilecektir. Ülkemizde yenilenebilir enerjiler konularında bilimsel araştırmalar ve teknoloji geliştirme çalışmalarının yoğunlaştırılması, yaygınlaştırılması ve Uluslar arası nitelikli bilim-teknoloji düzeyinde üretimlerin, işbirliklerinin artırılması Ülkemiz-Ülkemiz insanları kadar tüm insanlığa karşı temel bir yükümlülüğümüzdür. Bu bilincin artırılması şüphesiz direkt olarak Kent Yaşamımızı da olumlu etkileyecek, gelecek nesillere daha mutlu, huzurlu ve güvenli kentler miras bırakabilme umudumuzu yeşertecektir.

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## 7. KAYNAKLAR

T. Moore, *PL; Observations of climate change*, 16<sup>th</sup> International conference on photochemical conversion and storage of Sol. Energy, Uppsala, Sweden, 2-7 July, 2006.

M. Graetzel, *Nature* **414**, 338-344 (2001).

<http://www.egypten.varberg.dk/uk-history-gods-of-egypt.asp>.

<http://www.pantheon.org/articles/a/arinna.html>

D. C. Nocera, *PL; Powering the planet: the challenge for science, chemistry and photochemistry in the 21<sup>st</sup> century*, 16<sup>th</sup> International conference on photochemical conversion and storage of Sol. Energy, Uppsala, Sweden, 2-7 July, 2006.

F. Daniels, *Direct use of sun's energy*, Yale University Press, London, 1964.  
[www.vicphysics.org/events/stav2005.html](http://www.vicphysics.org/events/stav2005.html).

M. Graetzel, J.-E. Moser, *Sol. Energy conversion*, Ed.: V. Balzani, I. Gould, "Electron Transfer in Chemistry " Vol. 5, Section 3, Wiley-VCH verlag, Weinheim 2001, 589-644.

J. Perlin, *The Story of Solar Cells*, S.-S. Sun and N. S. Sariciftci, *Organic Photovoltaics*, Chapter 1, pp. 3-17, Taylao & Francis, Group, New York, 2005.

D. Meissner, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, in SOLAR TECHNOLOGY-Photoelectrochemical Sol. Energy Conversion, Chap. 5, Sixth Edition, Wiley-VCH, D-69451 Weinheim, Germany, 1999.

C. Zafer, M. Kus, G. Turkmen, H. Dincalp, S. Demic, B. Kuban, Y. Teoman, S. Icli, "New perylene derivative dyes for dye-sensitized solar cells", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, **91**, 427-431 (2007).

S. Icli, O. Kara, K. Ulgen, "Sun in Action II – A Solar Thermal Strategy in Europe – Turkey", *ESTIF, European Solar Thermal Industry Federation*, Brussels, Belgium, pages; 77-79 and 313-332, april 2003.

YURDUSEV M. A., ATA, R., ÇETİN Numan S., "Assessment of Optimum Tip Speed Ratio in Wind Turbine Using Artificial Neural Networks", *Energy (Elsevier)*, **31** (2006), pp.2153-2161.

ÇETİN N. S., YURDUSEV M. A., ATA R., ÖZDAMAR A., "Assessment of Tip Speed Ratio of Wind Turbine" *Math. Comput. Appl.* **10** (2005), pp.147-154.

G. Kocar and A. Eryasar. An application of Solar Energy Storage in Gas: Solar Heated Biogas Plants. *Energy Sources* **29** (16) : 1513 – 1520 (2007).

M. Acaroglu, G. Kocar and A. Hepbasli. The Potential of Biogas Energy. *Energy Sources*, **27**(5), 251-259 (2005).



## İZMİR İLİNİN ENERJİ SORUNU ÇÖZÜMLEMESİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN YERİ

Prof. Dr. Ali GÜNGÖR  
ali.gungor@ege.edu.tr

### GİRİŞ

Güneş enerjisinin uygulama alanlarına bakıldığında özellikle evsel uygulamalarda sıcak su hazırlama, ısıtma, serinletmede başarılı uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Buna karşılık ülkemizdeki yaygın kullanımın yalnızca su ısıtmaya yönelik olduğu açıktır.

Günümüz üretim teknolojilerine yerli ve yabancı firmalar olarak bakıldığında gerek toplayıcı çeşitliliğinde ve gerekse de selektif yüzey özellikleriyle çok verimli toplayıcılar bulunabilmektedir. Örneğin değişik tip ve özelliklerde toplayıcıların bazı tipik özellikleri Tablo.1’de verilmiştir.

Tablo 1. Güneş Enerjisi Toplayıcıları ve Kullanım Çalışma Sıcaklık Aralıkları.

Toplayıcı tipi	Güneş ışımasını yoğunlaştırma (konsantrasyon) oranı	Çalışma sıcaklık aralığı °C
Düzlemsel toplayıcı	1	≤70
Yüksek verimli düzlemsel toplayıcı	1	60–120
Sabit yoğunlaştırıcı	2–5	100–150
Parabolik oluk tipi yansıtıcı toplayıcı	10–50	150–350
Parabolik çanak tipi yansıtıcı toplayıcı	200–2000	250–700
Merkezi alıcılı kule tipi toplayıcı	200–2000	400–1000

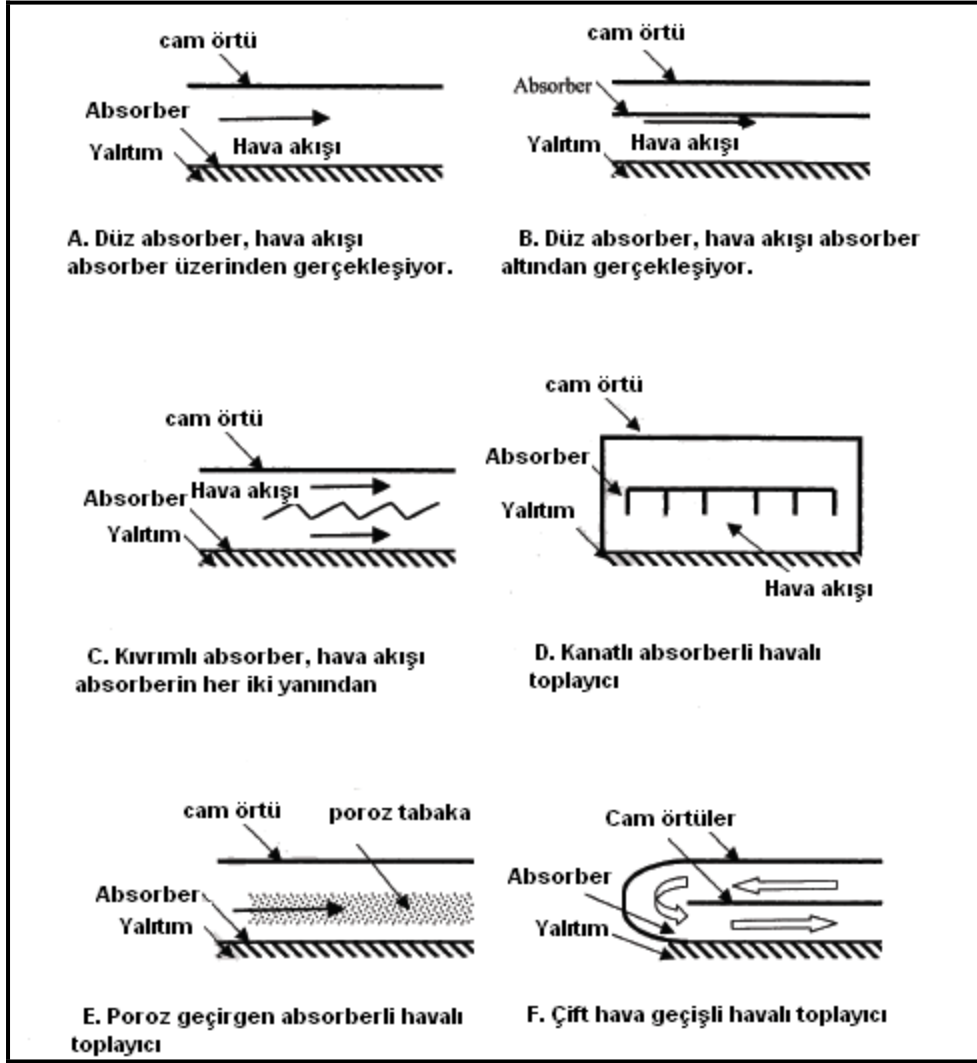
Tablo 2.’de de değişik bazı selektif yüzeyler ve özellikleri belirtilmiştir.

Tablo 2. Çok Uygulanan Selektif Yüzeylerin Yutma (Absorpsiyon) ve Yayma (Emisyon) Katsayıları.

Yüzey	Yutma (absorpsiyon) katsayısı	Yayma (emisyon) katsayısı
Siyah krom	0,95	0,1
Siyah nikel	0,9	0,08
Bakır oksit	0,9	0,17
Kurşun sülfür	0,89	0,2
Normal siyah boya	0,98	0,98

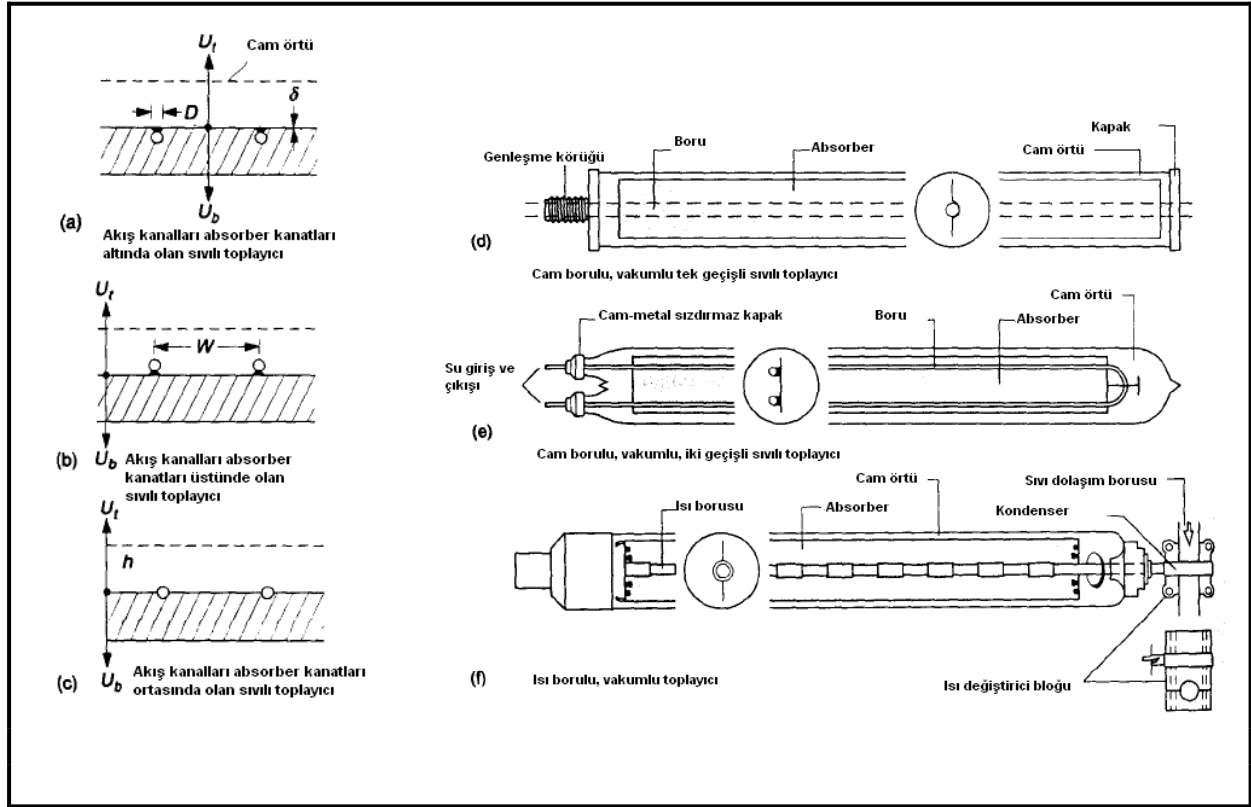
\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Güneş enerjisinin ısı uygulamalarında sıklıkla düzlemsel sıvılı ve havalı toplayıcılar kullanılır. Ülkemizde sıvılı toplayıcılar çok yaygın üretilmekle birlikte, havalı toplayıcı üretimine yeterince ağırlık verilmemiştir. Bazı havalı toplayıcı akış biçimleri Şekil 1.'de ve sıvılı toplayıcı tipleri de Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Bazı Havalı Güneş Enerjisi Toplayıcı Örnekleri.

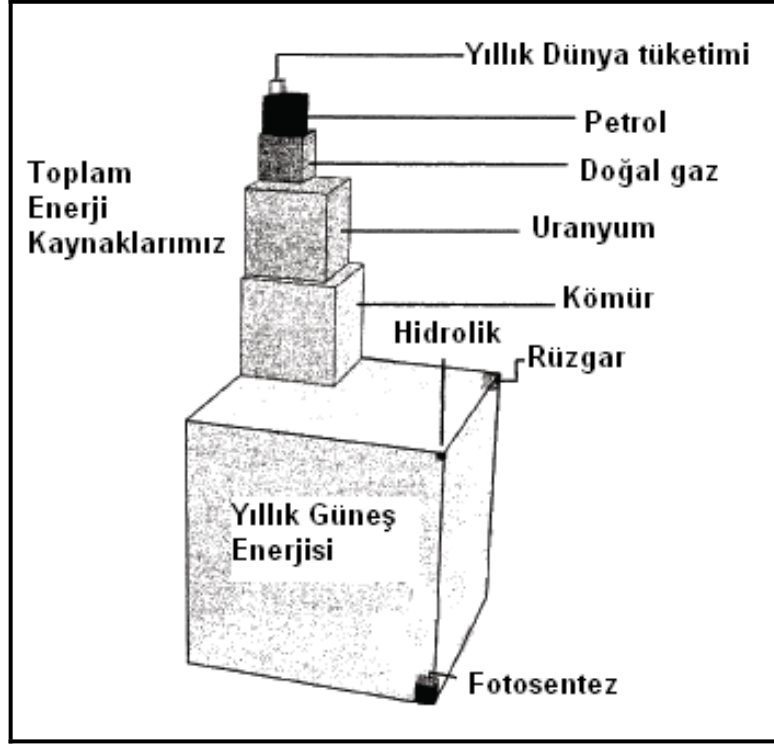
Gerek havalı güneş enerjisi toplayıcıları ve gerekse sıvılı güneş enerjisi toplayıcıları farklı verimlilik ve özelliklerde üretimleri gerçekleştirilebilmektedir. Uygulama özelliklerine uygun tiplerin seçimi ile sıcak su ısıtma, hacim ısıtma ve soğutma için ekonomik proje tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Bunlara ilaveten parabolik oluk tipi yansıtıcı odaklı toplayıcıların kullanımı ile yüksek sıcaklıklara ulaşılabilir. Bu ise özellikle merkezi ısı etkili çalışan absorpsiyonlu su soğutma gruplarının çok başarılı çalıştırılabilmelerini olanaklı kılmaktadır.



Şekil 2. Bazı Sıvılı Güneş Enerjisi Toplayıcısı Absorber, Akış Kanalları Yerleşimi ve Tipleri (Duffie And Beckman).

Güneş enerjisinin kesikli karakterine rağmen, dünyamızın büyük bir kısmında yararlanabilme potansiyeli ve diğer enerji rezervlerinin katlarca miktarının bir yılda dünyamıza geldiğini Şekil 3. açıklamaktadır. Bu enerjiden yapay sistemlerle daha çok yararlanılması gereklidir. Ülkelerin Güneş Enerjisinden yüksek oranlarda yararlanılacağı enerji politikalarında belirtmeleri, ve bu amaca ulaşmak için uygulamaları gerçekleştirmeleri gerekli ve zorunludur.

Ülkemizin büyük bir bölümü gerek güneş ışınımı ve gerekse güneşlenme süreleri yönünden çok uygun değerlere sahiptir. Devlet Meteoroloji İşleri ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından gerçekleştirilen ölçüm ve değerlendirmelerde de bu potansiyel belirlenmiştir. Özellikle EİE tarafından hazırlanan GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) tüm il ve ilçelerimizin bu potansiyellerini ayrıntılı göstermektedir. Bu atlas ve tablolardan yararlanarak hazırlanan Tablo 3.'te gösterildiği gibi, İzmir ili de güneş enerjisi potansiyeli olarak uygun değerlere sahip olup, güneş enerjili değişik uygulamaların gerçekleştirilmesine uygundur.



Şekil 3. Dünya Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması.

İzmir ili yenilenebilir enerji kaynakları olarak çok iyi bir potansiyele sahip bölgededir. Rüzgar enerjisi uygulamalarının ilk gerçekleştirildiği bölge İzmir-Çeşme bu potansiyelini çok iyi değerlendirmektedir. Balçova, Dikili bölgesi başta olmak üzere jeotermal enerji potansiyelini değerlendirmekte ve geliştirmektedir. Önümüzdeki yıllarda Seferihisar bölgesinin potansiyelinin de kullanıma sunulacağı çalışmalar başlatılmıştır. Bunlara ilave olarak bu çok uygun güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi İzmir'in özellikle ısıtma amaçlı enerji gereksiniminin çok önemli bir bölümünün güneş enerjisi destekli proje uygulamalarından sağlanması olanaklıdır.

Güneşlenme süreleri yönünden de İzmir, güneş enerjisi uygulamalarına uygun illerimizdendir. Tablo 4.'te de İzmir ilinin ve ilçelerinin güneşlenme süreleri (saat/gün) olarak belirtilmektedir.

Güneş enerjisinin sıvılı ve havalı toplayıcılar kullanımı ile sıcak su ve hava üretiminin başarılı bir biçimde gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir. Kullanım amacına uygun olarak değişik verimlilik ve sıcaklıklarda üretimler gerçekleştiren toplayıcılar seçilerek tasarımlar gerçekleştirilebilmektedir. Güneş enerjisi uygulamalarına uygun ilimizde ne tür uygulamalara ağırlık verilebilir, bu teknolojilere kısaca sonraki bölümlerde Tablolarla değinilmiştir.

Tablo 3. İzmir ve İlçelerinin Güneş Enerjisi Potansiyeli (Aylık Ortalama Günlük Yatay Yüzey Toplam Işınım Değerleri Kwh/(M<sup>2</sup>·Gün)), (EİE, GEPA).

Yerleşim Yeri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aral.
İzmir İli genel ortalama	1,81	2,16	3,79	4,99	5,94	6,50	6,27	5,76	4,63	3,54	2,20	1,62
Bornova	1,83	2,19	3,79	5,00	5,93	6,49	6,30	5,77	4,63	3,56	2,20	1,61
Urla	1,72	2,14	3,81	5,08	5,98	6,62	6,33	5,82	4,66	3,59	2,20	1,63
Ödemiş	1,90	2,27	3,90	5,06	6,01	6,53	6,38	5,84	4,75	3,63	2,29	1,70
Bergama	1,74	2,13	3,65	4,88	5,89	6,40	6,10	5,62	4,48	3,33	2,05	1,49
Çeşme	2,03	2,12	3,71	4,50	5,94	6,42	6,40	5,73	4,47	3,17	1,97	1,47
Dikili	1,70	2,09	3,65	4,87	5,87	6,41	6,08	5,62	4,46	3,35	2,09	1,49
Karaburun	1,56	2,18	3,81	4,94	6,00	6,59	6,35	5,72	4,61	3,44	2,12	1,56
Selçuk	1,92	2,21	3,90	5,09	5,95	6,55	6,28	5,86	4,75	3,70	2,30	1,72
Kemalpaşa	1,82	2,17	3,82	5,02	5,97	6,52	6,35	5,77	4,66	3,59	2,21	1,63
Seferihisar	1,82	2,15	3,81	5,07	5,94	6,58	6,30	5,84	4,69	3,60	2,26	1,67
Torbali	1,90	2,13	3,83	5,03	5,92	6,51	6,28	5,83	4,69	3,65	2,28	1,70
Kınık	1,73	2,05	3,65	4,87	5,88	6,39	6,10	5,63	4,48	3,38	2,09	1,50
Foça	1,74	2,11	3,71	4,96	5,90	6,48	6,23	5,67	4,56	3,49	2,18	1,57
Aliağa	1,78	2,10	3,70	4,90	5,88	6,42	6,24	5,67	4,52	3,44	2,11	1,54
Menemen	1,80	2,13	3,73	4,97	5,91	6,47	6,26	5,71	4,58	3,50	2,20	1,59
Çiğli	1,80	2,13	3,79	4,99	5,90	6,49	6,24	5,71	4,60	3,50	2,20	1,60
Karşıyaka	1,87	2,30	3,81	5,02	5,96	6,51	6,29	5,78	4,66	3,50	2,20	1,61
Konak	1,83	2,09	3,79	5,01	5,96	6,54	6,33	5,80	4,62	3,60	2,20	1,62
Güzelbahçe	1,62	2,07	3,78	5,02	5,94	6,54	6,31	5,80	4,63	3,60	2,20	1,61
Narlıdere	1,79	1,94	3,74	5,00	5,88	6,51	6,24	5,74	4,56	3,60	2,20	1,60
Kiraz	1,92	2,38	3,93	5,10	6,06	6,55	6,46	5,87	4,80	3,60	2,29	1,70
Tire	1,91	2,14	3,89	5,06	5,97	6,54	6,31	5,83	4,72	3,69	2,30	1,71
Beydağ	1,89	2,08	3,89	5,07	6,00	6,54	6,39	5,83	4,72	3,67	2,30	1,69
Bayındır	1,89	2,25	3,86	5,04	5,96	6,51	6,30	5,82	4,72	3,61	2,27	1,70
Buca	1,90	2,22	3,82	5,02	5,95	6,52	6,32	5,83	4,67	3,60	2,21	1,66
Balçova	1,80	1,99	3,76	5,00	5,90	6,50	6,24	5,76	4,58	3,60	2,20	1,60
Gazimir	1,90	2,15	3,80	5,00	5,91	6,50	6,30	5,82	4,64	3,60	2,20	1,67

İzmir ilinin DİE enerji istatistikleri 1998 yılı verileri incelendiğinde evsel kullanımlarda enerji kaynakları dağılımı Tablo 5.'te verilmiştir. İzmir'de yeni yaygınlaşan doğal gaz ve jeotermal enerji kullanımı bu istatistiklerde yer almamaktadır. Enerji giderlerinin artması, konumları uygun olan evlerde özellikle su ısıtılmasında güneş enerjisi kullanımını özendirmiştir. Her kullanılan konutta dört kişilik bir aile için kurulu sistem (iki toplayıcı sıcak su hazırlama sistemi) yılda 2500 kWh mertebelerinde enerji kazancı sağlamaktadır.

İzmir ilinde güneş enerjisi kullanımının sıcak su ısıtma yanında ısıtma uygulamaları için kullanılabilirliği yaygınlaştırılırsa, özellikle, kömür, elektrik, fuel-oil, motorin, LPG, odun, doğal gaz, talaş gibi tüketimlerde önemli azalmalar sağlanabilir. Bu da özellikle kış aylarında yoğun hissedilen hava kirliliği problemlerine de önemli yararlar sağlar.

Tablo 4. İzmir ve İlçelerinin Güneşlenme Süreleri (Aylık Ortalama Günlük Yatay Yüzey Toplam Işınım Değerleri Saat/Gün), (EİE, GEPA).

Yerleşim Yeri	Oca k	Şubat	Mart	Nisan	May.	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ek.	Kas.	Ar.
İzmir İli genel ortalama	4,86	5,86	6,96	8,03	9,77	11,89	12,20	11,48	9,67	7,61	5,55	4,21
Bornova	4,84	5,89	7,03	8,06	9,77	11,97	12,26	11,57	9,65	7,70	5,59	4,26
Urla	4,97	6,13	7,32	8,36	10,09	12,11	12,31	11,58	10,07	7,84	5,75	4,53
Ödemiş	4,96	5,78	6,85	7,89	9,60	11,68	12,06	11,41	9,63	7,51	5,52	4,20
Bergama	4,59	5,62	6,58	7,78	9,63	11,73	12,01	11,27	9,31	7,34	5,27	4,07
Çeşme	4,92	6,21	7,39	8,50	10,26	12,22	12,34	11,60	10,25	8,04	5,74	4,61
Dikili	4,80	5,75	6,89	8,04	9,74	11,89	12,15	11,40	9,47	7,45	5,38	4,19
Karaburun	4,86	6,04	7,27	8,29	10,05	12,06	12,21	11,50	10,01	7,76	5,60	4,47
Selçuk	5,03	6,08	7,17	8,21	9,85	12,01	12,31	11,64	9,90	7,88	5,83	4,46
Kemalpaşa	4,74	5,77	6,92	7,95	9,71	11,86	12,10	11,41	9,61	7,56	5,52	4,15
Seferihisar	5,07	6,11	7,29	8,31	10,06	12,08	12,37	11,63	9,98	7,85	5,82	4,55
Torbalı	4,97	6,01	7,12	8,15	9,79	12,03	12,35	11,65	9,82	7,77	5,71	4,36
Kınık	4,48	5,59	6,51	7,70	9,57	11,73	12,09	11,33	9,26	7,31	5,27	3,98
Foça	4,90	5,95	7,16	8,20	9,87	12,06	12,32	11,59	9,75	7,67	5,59	4,36
Aliağa	4,84	5,84	7,00	8,07	9,76	11,99	12,29	11,55	9,57	7,59	5,50	4,22
Menemen	4,87	5,91	7,08	8,11	9,80	12,02	12,34	11,58	9,67	7,67	5,59	4,28
Çiğli	4,98	5,99	7,17	8,19	9,88	12,07	12,38	11,60	9,80	7,78	5,69	4,39
Karşıyaka	4,89	5,91	7,05	8,06	9,75	11,94	12,26	11,56	9,65	7,70	5,61	4,29
Konak	4,99	5,97	7,16	8,19	10,04	12,06	12,42	11,66	9,83	7,76	5,69	4,40
Güzelbahçe	5,01	6,03	7,25	8,27	10,05	12,08	12,37	11,62	9,91	7,78	5,72	4,44
Narlıdere	4,94	5,92	7,15	8,17	10,00	12,04	12,38	11,63	9,79	7,71	5,63	4,33
Kiraz	4,98	5,69	6,82	7,82	9,54	11,46	11,89	11,27	9,58	7,39	5,45	4,18
Tire	4,98	5,92	6,98	8,04	9,74	11,92	12,27	11,57	9,75	7,67	5,63	4,28
Beydağ	4,99	5,71	6,84	7,90	9,64	11,66	12,07	11,39	9,65	7,45	5,47	4,13
Bayındır	4,86	5,88	6,94	7,96	9,65	11,83	12,19	11,53	9,68	7,60	5,61	4,25
Buca	4,94	5,96	7,07	8,09	9,83	11,99	12,32	11,61	9,71	7,76	5,68	4,36
Balçova	4,99	5,97	7,15	8,19	10,01	12,09	12,44	11,68	9,79	7,77	5,68	4,38
Gazimir	5,01	6,03	7,17	8,20	10,00	12,02	12,40	11,69	9,81	7,81	5,75	4,44

Tablo 5. İzmir İli DİE Konutların Isıtma ve Aydınlatmada Yakıt Tüketimleri (1998)

Elektrik, (kWh)	824 238 178
Doğal gaz (m <sup>3</sup> )	—
LPG (ton)	4 778
Taşkömür (ton)	165 056
İthal kömür (ton)	74 459
Kok (ton)	4 712
Kömür (ton)	32 374
Linyit (ton)	269 201
Odun (ton)	461 550
Talaş (ton)	447
Fuel-oil (ton)	22 735
Gazyağı (ton)	6 017
Mazot (ton)	26 862
Bitkisel ve hayvansal atık (kabuk) (ton)	370
Bitkisel ve hayvansal atık (tezek) (ton)	370
Diğer	6 358

Binalarda güneş enerjisinin kullanımı Ülkemizde sıcak su hazırlama sistemleri olarak çok yaygınlaşmıştır. EİE kaynaklarında Ülkemizde kurulu güneş enerjisi toplayıcılarının toplam potansiyeli 7,5 Milyon m<sup>2</sup> ve yıllık üretim kapasitesi ise 750 Bin m<sup>2</sup> olarak belirtilmektedir. Türkiye ortalaması olarak 1311 kWh/(yıl·m<sup>2</sup>) veya 3,6 kWh/(gün·m<sup>2</sup>) değerleri verilmektedir. Bu kullanımın Ülkemiz enerji kullanımına katkısı ise 2007 yılı için 420 bin TEP olarak belirlenmiştir. Konutlarda 2006 verileriyle toplam enerji tüketimi 23860 bin TEP olduğu belirtilirse bu potansiyelin önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu değerlerle sıcak su kullanımında güneş enerjisi toplayıcılarının kullanımının yararı tartışılmaz.

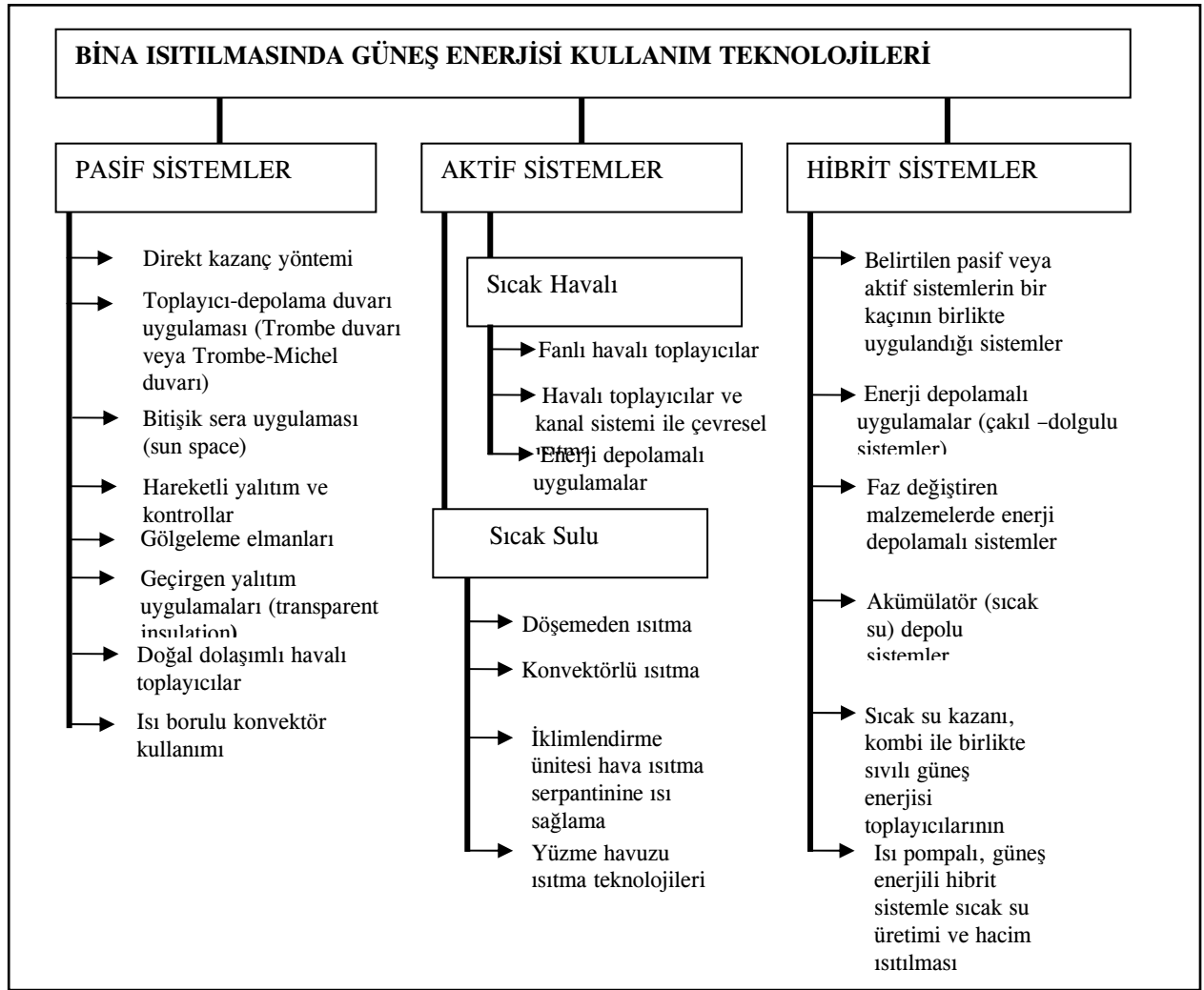
## **BİNALARDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN TERMAL ISITMA ve SOĞUTMA AMAÇLI KULLANIMI**

Güneş enerjisinin binaların ısıtılması amacıyla kullanım teknolojileri ve uygulamaları da geliştirilmiştir. Bu tür uygulamaların ise günümüzde ülkemizde ve İzmir’de çok fazla olduğu söylenemez. Bu uygulama potansiyelleri Şekil 3.’de gösterilmiştir. Şekil 3. incelenecek olursa hacim ısıtma amaçlı kullanılacak birçok seçenek olduğu gözlemlenebilir. Doğaldır ki her projede bu uygulamalardan ancak en uygun olan birkaçının gerçekleştirilmesi yeterli olabilmektedir. Böylesi çeşitlilik, mühendislere ve mimarlara doğru analizlerle, güneş evleri oluşturmalarına olanak sağlar. Bu nedenle güneş evleri uygulamaları incelendiğinde, her birinde özgün koşullarına göre çözümler içerdiği görülür.

Enerji krizi, sera etkileri, global ısınma yeniden yaşadığımız yılları “güneş ve yenilenebilir enerjiler çağı” konumuna getirmiştir. Yenilenebilir enerji konularında araştırmalara da ağırlık verilmesi zorunluluğu ortadadır.

Güneş enerjisinin soğutma, serinletme veya havalandırma amaçlı evsel kullanım teknolojileri de geliştirilmiştir ve geliştirilmektedir. Şekil 4.’te de bu teknolojiler gösterilmiştir. Bu şekilde en koyu renklerde gösterilen teknolojiler ticari olarak uygulaması gerçekleştirilenleri, az koyu olan ticari potansiyele ulaşabilecek teknolojileri göstermektedir. Diğer teknolojiler laboratuvar ve deneysel olarak çalışılan geliştirilmekte olan teknolojileri göstermektedir. Bu teknolojilerden adsorpsiyonlu su soğutma grupları nispeten düşük sıcaklıklarda (50–80°C aralığı) çalışmaları nedeniyle, güneş enerjisi ile çalıştırılmaları ve binaların iklimlendirilme uygulamalarında yaygınlaşması beklenmektedir.

Bu teknolojilerin uygulamaları ve sistem özellikleri ilgili kaynaklarda kapsamlı olarak bulunabilir. Dünya genelinde bu tür belirtilen ısıtma ve soğutma teknolojilerini kullanan milyonlarca farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar tek katlı, iki katlı binalara uygulanabildiği gibi çok katlı yapılarda da gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3. Bina Isıtılmasında Güneş Enerjisi Kullanım Teknolojileri.

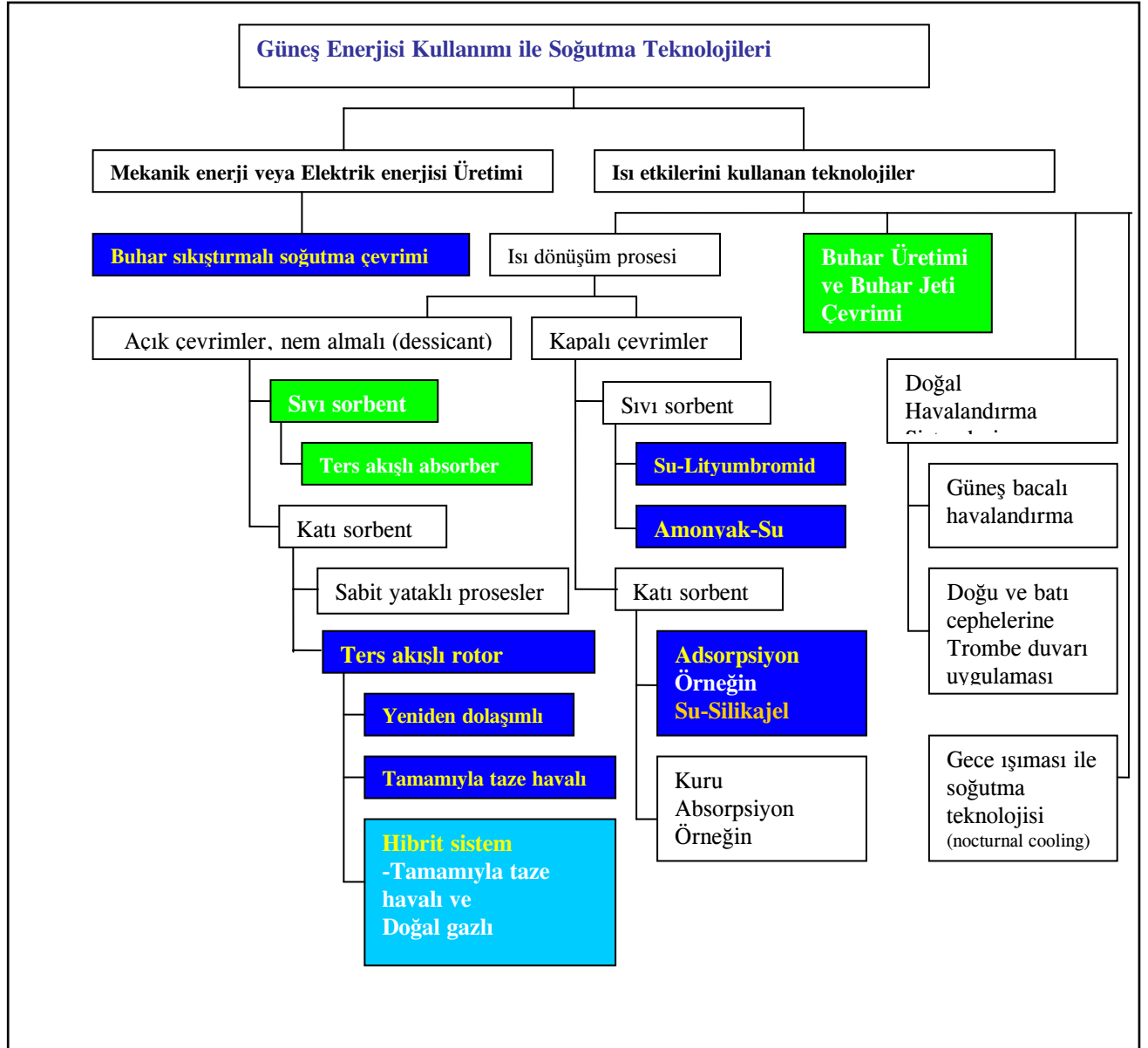
## SONUÇ VE ÖNERİLER

Güneş enerjisinin toplayıcılarda çalışma akışkanlarını bina ısıtılmasında kullanılacak sıcaklıklara ulaştırabilmesi kullanım potansiyelini artırmaktadır. Günümüzde sıcak su ısıtma yanında güneş enerjisinin yoğun kullanıldığı ve değişik isimlerle anılan “*güneş evleri*”, “*sıfır enerjili bina*”, “*yeşil evler*” örnekleri çok sayıda gerçekleştirilmiştir. Bazı illerimizde kamu ve üniversite girişimleriyle, proje destekleriyle gerçekleştirilen örnek başarılı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. İzmir ilinde bu uygulamaların artırılmasına ve örnek uygulamaların özellikle Kültürpark v.b ortamlarda gerçekleştirilerek halkın bilinçlendirilmesine katkıda bulunulması gerekir.

Günümüzde geline enerji darboğazı, global ısınma etkilerinin yoğun hissedilmesi, tüm ülkelerin yenilenebilir enerji uygulamalarına daha çok ağırlık vermelerini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk güneş enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesini de gerektirmektedir. Ülkemizde henüz çok verimli ısıtma amaçlı havalı toplayıcıların geliştirilmesine yönelik firmaların girişimde bulunmaması şaşırtıcıdır. Yine ülkemizde henüz üretimleri



gerçekleştirilmeyen birçok yeni teknoloji mevcuttur. Sanayicilerimizin doğru yönelişlerle bu gereksinimleri karşılamaları da gereklidir. Ülkemizde de çıkarılan enerji verimliliği kanunu, yenilenebilir enerji kullanımı kanunu, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelik, binalarda enerji kullanımlarında yenilenebilir enerjilere gerekli ağırlığın verilmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde de bu konudaki yatırım ve uygulamaların teşvik görmesi de kaçınılmaz hale gelmektedir.



Şekil 4. Binaların Soğutulmasında Kullanılabilecek Soğutma Teknolojileri.

Mühendislerin ve Mimarlar'nda bu tür teknolojileri öğrenmesi, projelerinde değerlendirmesi ve uygulaması gereklidir. Bu kapsamda odalarımıza, üniversitelerimize, ilgili kamu kuruluşlarımıza da yenilenebilir enerji teknolojilerinin izlenmesi, yaygınlaştırılması,

tartışılması kapsamında kurslar, konferanslar, kongreler, çalıştaylar düzenlemesi, yayınlar çıkarması ve böylelikle eğitim çalışmalarına katkılarına devam etme görevi düşmektedir.

İl yönetimlerinin, yerel yönetimlerimizin ve üniversitelerimizin de yenilenebilir enerji, enerji verimliliği konularında halkın özellikle de genç öğrencilerimizin yetişmelerini, bilgilenmelerini sağlamaya yönelik, başarılı örnek güneş evlerini gerçekleştirerek kullanılan ve içerisinde yaşanan örnek yapılar oluşturmaları ve bilinçlenmelerini sağlamaları gereklidir.

Unutulmamalıdır ki güneş enerjili ısıtma ve soğutma uygulamaları gerçekleştirilen yapıların aynı zamanda çok iyi yalıtılmış binalar olması gerekir. Sistemleri hibrit sistemler olarak tasarlamak, mevcut sistemlerle güneş enerjisi sistemlerini çok iyi koordine ederek kullanan projeler gerçekleştirmek, konfordan ödün vermeden “enerji etkin” binalar oluşturabilmek olanaklıdır. Bu binalarda enerji yönetimi açısından en uygun iklimlendirme sistemi seçildiği gibi, güneş enerjisi, serbest soğutma v.b. tasarruf uygulamaları ile birlikte başarılı çözümler gerçekleştirilebilmektedir.

Mühendislerimizin geçmişi ve geleceği görerek gerçekleştireceği projelerde enerji kullanımlarında güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirmesine özen göstermesi zorunludur.

Burada belirtilmemekle birlikte yine güneş enerjisi uygulamalarından *güneş pili teknolojileri* gelişim ve uygulamaları ile yaygınlaşacak teknolojilerdendir.

Yenilenebilir enerjilerden olan güneş enerjisi teknolojileri konularındaki araştırmalar desteklenmelidir. Uygulamalarda kullanılacak ürün çeşitliliği artırılmak ve geliştirilmek zorundadır.

Güneş enerjisi sistemleri çevresel etkileri ile araştırıldığında (Kalogirou), çevre dostu ve çevreyi koruyan bir yapıdadır. Güneş enerjisi kullanımının önemli üstünlüğü sera gazları kirleticiliğini azaltmasıdır. Bu nedenle sürdürülebilir bir gelecek için nerede olanaklıysa güneş enerjisi sistemleri uygulanmalıdır.

Amerika’da DOE Güneş şehirleri oluşturma amaçlı bir güneş enerjisi uygulamalarının geliştirilmesi projesi başlatmış ve 25 şehir bu amaçla seçilmiştir. Bu projeden beklenen amaç, sürdürülebilir bir gelişme sağlamak, global ısınmaya engel olmak, örnek şehirler yaratarak bu uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamak, yeni ekonomik gelişmeler sağlamaktır.

Rifkin ve Howard, entropi ve dünyaya bakış kitabında “güneş çağı için yeni bir alt yapı” başlığında şunları söylüyor: Ekonomik hakikatler, dünyanın geri dönülmez bir biçimde Güneş Çağı’na ilerlediğini teyit ediyor. Güneş enerjisi uygulamalarının giderek artış eğiliminde olmasına karşılık, mevcut sanayi ve şehirleşme yapımız bu kullanımları sınırlamaktadır. Küçük yerleşimlerde tek katlı iki katlı evleri kolaylıkla güneş enerjisi ile ısıtıp soğutabilirsiniz ancak çok katlı bir yapıda mevcut yüzeyleriyle bunu gerçekleştirmek çok zordur. Bunun için güneş çağına geçişle ilgili şehirleşme planlarının da bu bakış altında yenilenmesi gerekmektedir.

Bu tür güneş enerjisi uygulamalarının uzun dönemli planlamalarla ve geç kalmadan hedefler konularak gerçekleştirilmesi de gerekir. Örneğin ülkemiz için yıllık üretim kapasitesi 750 bin

---

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

m<sup>2</sup> olduğu belirtilen toplayıcı uygulamalarında zorlamalarla belki 1 milyon m<sup>2</sup>'lere çıkabilirsiniz ancak daha çok uygulama şansı yoktur. Yıllara yayılmış bilinçli uygulamalarla güneş enerjisi uygulamalarının termal katkısının yüzde 10'lar mertebelerine çekilmesi gerekir. Bunun için geç kalınmamalıdır.

Ülkemizde de bu tür doğru seçim, karar ve yönelişlerin uygulanmasında İzmir öncülük edebilme potansiyeline sahiptir. Örnek güneş şehirlerinden ilki olması amaçlanmalıdır.

İzmir ilinin güneş enerjisi potansiyeli olarak bu özgün konumu çok iyi değerlendirilmelidir. Bu konuda tüm kurum ve kuruluşlarımıza görevler düşmektedir.

## KAYNAKLAR

<http://www.eie.gov.tr> internet adresi, 29 Ekim 2008.

<http://www.enerji.gov.tr> internet adresi, 29 Ekim 2008.

[http://www1.eere.energy.gov/solar/solar\\_america\\_cities.html](http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_america_cities.html) internet adresi, 29 Ekim 2008.

Duffie, J.A., Beckman, W.A., Solar Engineering of Thermal Processes, McGraw-Hill, 1990, 919 p.

Henning, H.M., Erperbeck, T., Hindenburg C., Santamaria J.S., "The potential of solar energy use in desiccant cooling cycles", *International Journal of Refrigeration*, 24 (2001) 220-229, Elsevier.

Florides, G.A., Tassou, S.A., Kalagirou, S.A., Wrobel L.C., "Review of solar and low energy cooling technologies for buildings", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6 (2002) 557-572, Pergamon.

Eicker, U., Solar Technologies for Buildings, Wiley, 2003, 323 p.

Tiwari, G.N., Solar Energy Fundamentals, Design, Modelling and Applications, Narosa Publishing House, 2004, 525 p.

Kalogirou, S.A., "Environmental benefits of domestic solar energy systems", *Energy Conversion and Management* 45 (2004) 3075-3092.

Hsieh, J.S., Solar Energy Engineering, Prentice Hall, 1986, p 553.

Goswami D.Y., Kreith, F., Kreider, J.F., Principles of Solar Engineering, Taylor and Francis, 2000., p 694.

Rifkin, J., Howard, T., Entropi Dünyaya yeni bir bakış, Ağaç Yayıncılık, 1992., 312 s.

## İZMİR VE RÜZGAR ENERJİSİ

Prof. Dr. M. Barış ÖZERDEM  
barisozerdem@iyte.edu.tr

### GİRİŞ

Sanayinin olduğu kadar insan yaşamının da vazgeçilmez girdilerinden olan enerjinin yeterli, zamanında, kaliteli, ekonomik, güvenilir ve temiz olarak sunumu ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen önemli göstergelerden biri olup, toplumsal refahın artmasında vazgeçilmez bir etkidir. Enerjiye talep sürekli olarak artarken, özellikle fosil yakıt kaynakları da hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bu durum, enerji konusunu dünya gündeminde devamlı olarak tartışılan bir konuma getirmektedir. Sürdürülebilir bir doğa dengesinin sağlanması için enerji kaynak çeşitliğinin sağlanması büyük önem kazanmıştır. Toplam birincil enerji kaynaklarının tüketim miktarı 2007 yılı istatistiklerine göre 10,878 MTEP dir [1]. Bu miktarın yaklaşık olarak dörtte biri ABD’de tüketilmektedir. Birincil enerjinin %40’ı elektrik üretiminde kullanılırken, elde edilen elektriğin yaklaşık %70’i de evlerde ve işyerlerinde tüketilmektedir [2].

Ülkemizin yıllık elektrik enerjisi talebi de genel olarak artış göstermektedir. Yerli kaynaklarımız yeterli olmadığından fark ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bu durum sürdürülemez olup, ülkemizde zengin kaynaklar şeklinde bulunan sonsuz, tükenmeyen, temiz ve dışa bağımlılığı azaltan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmesiyle çözülebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yaygın olanı ve teknolojisi en hızlı gelişeni ise rüzgâr enerjisidir.

### ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kısaca bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır ve kaynakları iki başlık altında toplanabilir: Kaynağından çıktığı biçimde tüketilen birincil enerji kaynağı ve bu enerjinin dönüşümünden elde edilen ikincil enerji kaynağı. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi yakıtlar birincil enerji kaynaklarını oluştururken elektrik, havagazı ve kok gibi enerji kaynakları da ikincil enerji kaynaklarını oluştururlar. Bu enerji kaynaklarının kökeni güneştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu (rüzgâr, güneş, hidrolik, dalga, biyokütle ve biyogaz) ile fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz ve kömür) enerjilerini güneşten elde etmektedirler. Güneş, dünya ve ay arasındaki çekim kuvvetleri neticesinde ise gel-git enerjisi oluşurken, jeotermal enerjinin kaynağı dünyanın kendisidir. Nükleer reaksiyonlar neticesinde elde edilen enerji kaynağı da dünyadır.

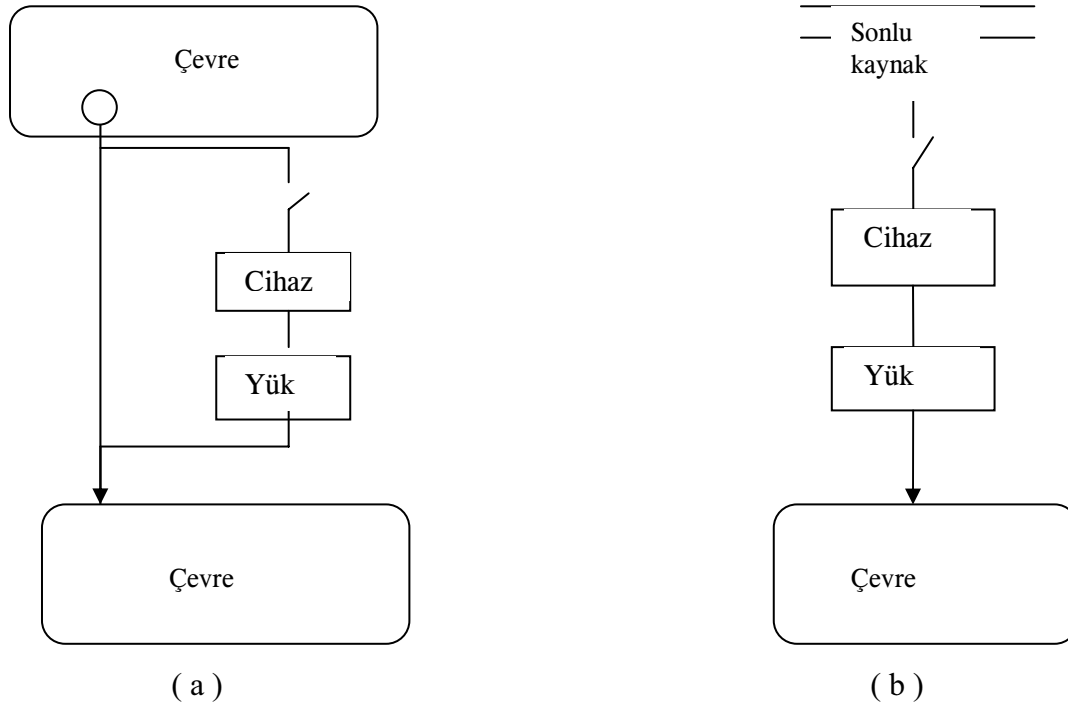
Enerji kaynakları sonlu ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak da sınıflandırılırlar. Dünya üzerinde oluşan nükleer ve kimyasal reaksiyonlar ile güneş sonlu enerji kaynaklarını oluştururken, yenilenebilir enerjilerin kaynakları güneş, dünya ve gezegenler arası çekim kuvvetleridir. Tüm bu enerji kaynaklarının karşılaştırılması aşağıda verilmektedir.

---

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## Enerji Kaynakları Karşılaştırılması

Yenilenebilir enerji, doğada sürekli ve kendini tekrarlayan bir enerji akışı şeklinde oluşurken, sonlu ve yenilenebilir olmayan enerji, durağan rezervlerden insanoğlu tarafından bulunup çıkartılan bir enerjidir. En belirgin yenilenebilir enerji örneği, 24 saatlik tekrar periyotlarına sahip güneş enerjisidir. Rüzgar enerjisi de en belirgin yenilenebilir enerjilerden birisidir. Fosil yakıtlar en belirgin yenilenebilir olmayan enerjiler olup, arz için dışarıdan bir müdahaleye ihtiyaç duyarlar. Bu tanımlamaların şematik olarak gösterimi Şekil 1’de, karşılaştırılmaları ise Tablo 1’de verilmektedir.



Şekil 1. (a) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ve (b) Sonlu Enerji Kaynaklarının Şematik Olarak Gösterimi [3].

## DÜNYADA ENERJİNİN GENEL DURUMU

Dünyada kullanmakta olduğumuz enerjinin büyük bir çoğunluğu rezervlerinin sınırlı olduğu bilinen fosil yakıtlardan üretilmektedir. Rezervlerin sonuna yaklaşılmasının yanı sıra, fosil yakıtlar sera gazının da önemli bir kaynağını oluşturmakta ve küresel ısınmaya sebebiyet vermektedirler. Doğa ve insan üzerine çok zararlı etkileri mevcuttur.

Günümüzde birincil enerji üretiminde fosil kaynakların payı % 79, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %18, nükleer enerjinin payı da %3 dür . Yenilenebilir enerjide en büyük pay %12.9 ile biyokütleyle ait olup, onu %3 ile hidrolik, %1.3 ile de güneş izlemektedir [4]. Yenilenebilir enerji kaynaklarından 1000 GW civarında elektrik enerjisi elde edilirken, ısıtma amaçlı kullanımda da 400 GW<sub>th</sub> değerlerine yaklaşmıştır [1].

Tablo 1. Yenilenebilir ve Sonlu Enerji Sistemlerinin Karşılaştırması [3].

<b>Enerji türü</b> <b>Karşılaştırma</b>	<b>Yenilenebilir Enerji</b>	<b>Yenilenmeyen Enerji</b>
Kaynak	Doğal çevre	Rezervler
Enerji yoğunluğu	Düşük, 500W/m <sup>2</sup>	Yüksek, 100 kW/m <sup>2</sup>
Ömür	Sonsuz	Sınırlı
Yakıt fiyatı	Yok	Artıyor, ~0.1 \$/kWh
Cihaz fiyatı	Yüksek, 1500\$/kW	Düşük, 500\$/kW
Arz durumu	Salınımlı	Kararlı
Çevreye zarar	Az	Çok
Kontrol ve değişim	Yük kontrollü ileri beslemeli	Kaynak kontrollü geri beslemeli

Dünya elektrik enerjisi üretiminin % 40'ı kömürden, % 20'si doğal gazdan, %7'si petrolden, %15'i nükleer enerjiden, %16'sı hidrolik enerjiden %2'si de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar, jeotermal, güneş vb.) karşılanmaktadır [5]. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi insanoğlunun geleceği açısından yaşamsal bir zorunluluk halini almaktadır. Çünkü fosil kaynaklar çevre ve insan sağlığı açısından büyük olumsuzluklar yaratan sera gazlarının açığa çıkmasına sebebiyet vermektedirler. Bu nedenle, Avrupa Birliği (AB) 2008-2012 yılları arasında sera gazı salınımlarının 1990 yılı seviyesine göre %8 azaltılması konusunda bağlayıcı kararlar almışlardır. Bu oran 336 milyon ton CO<sub>2</sub> gazına karşılık gelmektedir. Bu nedenle AB 2010 yılında genel enerji tüketiminin %12'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaya çalışmaktadır. Bu hedefe ulaşabilmek için elektrik enerjisi üretiminin içinde yenilenebilir enerji kaynakları oranının %22'ye çıkarılması öngörülmektedir [6].

Dünyadaki genel durum incelendiğinde, enerji üretimleri tüketimlerinden daha az olan gelişmiş ülkelerin belirli bir doygunluğa erişeceği ve talep artış hızlarının düşeceği görülmektedir. Bizim de içinde yer aldığımız gelişmekte olan ülkeler arasında ise, elektrik başta olmak üzere genel enerji talebinin artacağı beklenmektedir.

### **Dünyada Rüzgar Enerjisi**

19. yüzyılın sonundan itibaren rüzgar türbinlerinden elektrik üretildiği bilinmektedir. Fosil yakıtların ucuzluğu nedeniyle 1970'li yıllara kadar fazla önemsenmeyen rüzgar enerjisi, rüzgar türbinlerinin seri üretime geçişi ile gittikçe artan oranlarda gelişmiş ve rüzgar çiftliği olarak adlandırılan santraller oluşmaya başlamıştır. Dünyada rüzgardan elektrik enerjisi üretimi, bu alandaki teknolojinin hızlı ilerlemesine koşut olarak, hızla artmaktadır. Özellikle yüksek mukavemetli fiber kompozit malzemelerde ve güç elektroniği ile jeneratör imalatı

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

alanlarındaki gelişmeler bu ilerleme hızını arttıran ana unsurlardır [7]. Bunun bir sonucu olarak da, büyük güçlerde ve daha büyük verim değerlerine sahip rüzgar türbinlerinden elde edilen elektriğin birim maliyeti düşmekte ve diğer konvansiyonel kaynaklarla rekabet edebilir noktalara gelinmektedir. Ayrıca rüzgarın temiz, çevreye zarar vermeyen özellikleri de buna ilave edilince sağlanan avantaj çok daha fazla olmaktadır.

Dünyada işletmede olan rüzgar çiftliklerinin toplam nominal gücü 2008 yılı itibariyle 90, 521MW' dır. Bu kapasitenin yaklaşık %60'ı Avrupa'dadır. Avrupa'da ilk sıraları Almanya, İspanya ve Danimarka alırken ABD, Çin, Hindistan ve Japonya'nın da bu alana önemli yatırımlar yaptığı görülmektedir (Tablo 2). Bu alandaki lider üreticilerin çoğu Ar-Ge yatırımlarına önem vermektedirler. İlk yıllarında iç pazarlarına yönelik üretim yapan bu şirketlerin daha sonra dış pazarlara yöneldiği görülmektedir.

Tablo 2. Başlıca Ülkelerin Rüzgar Kurulu Güç Değerleri [8].

Ülke Adı	Kurulu Rüzgar Gücü (MW)
Almanya	21,800
ABD	16,842
İspanya	13,915
Hindistan	7,720
Çin	5,000
Danimarka	3,132
İtalya	2,611
İngiltere	2,294
Hollanda	1,745
Japonya	1,400

Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, 2030 yılı için önerilen muhafazakâr senaryoya göre, tüm dünyada elektriğin %5'i rüzgardan elde edilecek ve bunun sağlanması için de 21 milyar € /yıl yatırım yapılacaktır. İleri senaryolarda bu oran %29 değerine çıkmakta ve yıllık yatırım miktarı da 84 milyar € olmaktadır [9].

### Türkiye' de ve İzmir' de Rüzgar Enerjisi

Türkiye rüzgar kaynaklarının dağılımını belirten Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) EİE tarafından 2006 yılında yayınlanmıştır [10]. Bu atlas elektrik üretebilecek bölgelerimiz için gerekli ön bilgileri içermektedir. En şiddetli yıllık rüzgar hızı ortalamaları Türkiye'nin batı kıyıları, Marmara Denizi çevresi ve Antakya civarında görülmektedir. Haziran ayında asgari değere ulaşan rüzgar hızı Ocak ve Şubat aylarında azami değere çıkmaktadır. Dereceleri iyi, harika ve mükemmel olarak değerlendirilen rüzgar kaynakları dikkate alındığında Türkiye'nin rüzgar potansiyeli yaklaşık 48,000 MW olarak belirlenmektedir. Orta derece kategoriler de dikkate alındığında bu potansiyel 130,000 MW değerine ulaşmaktadır.

2008 yılının Eylül ayı itibariyle Türkiye'nin kurulu gücü 333.35 MW dır. İnşası sürmekte olan santrallerin toplam gücü 142.8 MW, tedarik antlaşması yapılan santrallerin toplam gücü ise 1070 MW dır. Tablo 3-5'de bu santrallere ait detaylı bilgiler verilmiştir [10].

Tablo 3. İşletmede Olan Rüzgar Santralleri.

<b>RÜZGAR SANTRALLARI</b>					
<b>Mevkii</b>	<b>Şirket</b>	<b>Üretime Geçiş Tarihi</b>	<b>Kurulu Güç (MW)</b>	<b>Türbin imalatçısı</b>	<b>Türbin adet ve kapasitesi</b>
İzmir-Çeşme	Alize A.Ş.	1998	1.50	Enercon	3 adet 500 kW
İzmir-Çeşme	Güçbirliği A.Ş.	1998	7.20	Vestas	12 adet 600 kW
Çanakkale-Bozcaada	Bores A.Ş.	2000	10.20	Enercon	17 adet 600 kW
İstanbul-Hadımköy	Sunjüt A.Ş.	2003	1.20	Enercon	2 adet 600 kW
Balıkesir-Bandırma	Bares A.Ş.	2006	30.00	GE	20 adet 1.500 kW
İstanbul-Silivri	Ertürk A.Ş.	2006	0.85	Vestas	1 adet 850 kW
İzmir-Çeşme	Mare A.Ş.	2007	39.20	Enercon	49 adet 800 kW
Manisa-Akhisar	Deniz A.Ş.	2007	10.80	Vestas	6 adet 1.800 kW
Çanakkale-İntepe	Anemon A.Ş.	2007	30.40	Enercon	38 adet 800 kW
Çanakkale-Gelibolu	Doğal A.Ş.	2007	14.90	Enercon	13 adet 800 kW + 5 adet 900 kW
Hatay-Samandağ	Deniz A.Ş.	2008	30.00	Vestas	15 adet 2.000 kW
Manisa-Sayalar	Doğal A.Ş.	2008	30.60	Enercon	38 adet 800 kW
İzmir-Aliğa	İnnores A.Ş.	2008	42.50	Nordex	17 adet 2.500 kW
İstanbul-Gaziosmanpaşa	Lodos A.Ş.	2008	24.00	Enercon	12 adet 2.000 kW
İstanbul-Çatalca	Ertürk A.Ş.	2008	60.00	Vestas	20 adet 3.000 kW

Tablo 4. İnşa Halindeki Olan Rüzgar Santralleri.

<b>Mevkii</b>	<b>Şirket</b>	<b>Kurulu Güç (MW)</b>	<b>Türbin imalatçısı</b>	<b>Türbin adet ve kapasitesi</b>
Balıkesir-Şamlı	Baki A.Ş.	114.00	Vestas	30 adet 3.000 kW
Muğla-Datça	Dares A.Ş.	28.80	Enercon	36 adet 800 kW

1 Kasım 2007 de EPDK'ya en fazla rüzgar santrali yatırım talebi İzmir için yapılmıştır. Talep edilen 752 yatırımın 113 tanesi İzmir'de kurulmak içindir. Bu yerler: Çeşme, Karaburun, Aliğa, Bergama dır. İzmirli 113 başvuru ile Balıkesir, 86 başvuru ile Çanakkale illeri izlemektedir. İzmir'e yakın illerden Manisa'ya ise 1,800 MW'lık bir yatırım öngörülmektedir. Diğer başlıca yatırımlar ise İstanbul'a yapılması öngörülen 7,600 MW ve Mersin'e yapılması öngörülen 7,300 MW'lık başvurulardır.

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Tablo 5. Türbin Tedarik Sözleşmesi İmzalanan Rüzgar Santralleri.

Mevkii	Şirket	Kurulu Güç (MW)	Türbin imalatçısı	Türbin adet ve kapasitesi
Hatay-Samandağ	Ezse Ltd. Şti.	35.10	Nordex	900 kW
Hatay-Samandağ	Ezse Ltd. Şti.	22.50	Nordex	2.500 kW
Aydın-Didim	Ayen A.Ş.	31.50	Suzlon	2.100 kW
İzmir-Çeşme	Kores A.Ş.	15.00	Nordex	2.500 kW
Balıkesir-Susurluk	Alize A.Ş.	19.00	Enercon	17 adet 800 kW ve 6 adet 900 kW
Osmaniye-Bahçe	Rotor A.Ş.	135.00	GE	54 adet 2.500 kW
İzmir - Çeşme	Mazı-3 Res Elk. Ür. A.Ş.	22.50	Nordex	9 adet 2500 kW
Balıkesir-Bandırma	Borasco A.Ş.	45.00	Vestas	15 adet 3000 kW
Tekirdağ-Şarköy	Alize A.Ş.	28.80	Enercon	14 adet 2000 kW ve 1 adet 800 kW
Balıkesir-Havran	Alize A.Ş.	16.00	Enercon	8 adet 2000 kW
Çanakkale-Ezine	Alize A.Ş.	20.80	Enercon	10 adet 2000 kW ve 1 adet 800 kW
Hatay-Belen	Belen A.Ş.	30.00	Vestas	10 adet 3000 kW
Manisa-Kırkağaç	Alize A.Ş.	25.60	Enercon	32 adet 800 kW
Manisa-Soma	Soma A.Ş.	140.80	Enercon	176 adet 800 kW
Edirne-Enez	Boreas A.Ş.	15.00		
İzmir-Aliaga	Doruk A.Ş.	30.00	Enercon	15 adet 2.000 kW
İzmir-Aliaga	Yapısan İnş. Elk. A.Ş.	90.00	Nordex	36 adet 2500 kW
İzmir-Aliaga	Doğal A.Ş.	30.00	Enercon	15 adet 2000 kW
İzmir-Foça	Doğal A.Ş.	30.00	Enercon	15 adet 2000 kW
Balıkesir-Kepsut	Poyraz A.Ş.	54.90	Enercon	61 adet 900 kW
Manisa-Soma-Kırkağaç	Bilgin Elektrik Üretim A.Ş.	90.00	Nordex	36 adet 2500 kW
Balıkesir-Kepsut	Bares Elektrik Üretim A.Ş.	142.50	Nordex	57 adet 2500 kW

## RÜZGAR EKONOMİSİ

Rüzgar santrallerinin yatırımlarındaki ortalama türbin maliyeti 900-1100 € /kW'dır. Bu da tüm yatırım %100 olarak düşünüldüğünde; türbin, temel ve yol inşası, santral içi elektrik işleri, şebeke bağlantısı ve finansman pay yüzdeleri, sırasıyla, %78, %6, %5, %6, %4 değerlerine karşılık gelmektedir.

Türkiye'de mevcut durumda türbin kanadı ve kule imalatı yapılmaktadır. Türbinin jeneratör kısmının imalatı konusunda da gelişmeler yaşanmaktadır. Türkiye genel anlamda bir rüzgar türbinininin %85'ini yerli kaynaklardan üretecek seviyededir. Sadece %15'lik bir ithalat, özellikle bazı elektronik ve kontrol elemanları için, gereklidir.

\*Bu Bildiri Makina Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Sadece İzmir iline kurulacak rüzgar santrallerindeki türbin maliyetlerinin toplamı yaklaşık 14 milyar € dur. Sadece Ege ve Marmara Bölgelerimize kurulacak rüzgar santralleri dikkate alındığında ise, bu rakam 35 milyar €'ya çıkmaktadır. Bir rüzgar santralının yapımında, ayrıca bu rakamların yaklaşık %20'si oranında yan sanayi yatırımı da söz konusu olmaktadır.

## SONUÇ

Rüzgar türbini imalatı ile rüzgar santrallerinin kurulup işletilmesi teknoloji transferine açık bir alandır. Bu alan ayrıca istihdam anlamında da büyük bir fırsattır. Bu fırsat ayrıca, hemen hemen tüm türbin bileşenlerinin yerli olarak üretilmesi ve Türkiye'ye özgü türbin teknolojisinin geliştirilmesine yol açacaktır. Enerjide dışa bağımlılığımızı azaltacak bu yatırımlar AB süreci ile de uyumluluk göstermektedir. Yatırım teklifleri ve planlamaları da göstermektedir ki, İzmir Türkiye'nin rüzgar enerjisi üretim merkezi olmaya aday en önemli ilidir. Gaziemir Serbest Bölgesi'nde, Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde mevcut türbin kanadı ve kule üretimleri ile İzmir'de üretim tesisi ve bakım şirketleri kurmaya başlayan pek çok yerli ve yabancı ortaklı şirket bunun en iyi göstergesidir.

Rüzgar potansiyeli yüksek bölgelerdeki zayıf şebekelerin güçlendirilmesi ve enerjinin güçlü tüketim noktalarına taşınması için gereken yeni iletim hatlarının yapılması bir zorunluluktur. Bağlantı noktasında kısa devre gücü limitinin %5 olması da yatırım anlamında sorunlara yol açmaktadır. Uzun sipariş sürelerinin ve finans zorluklarının, ülkemize yapılacak yatırımlarla azalacağı muhakkaktır.

## KAYNAKLAR

BP Statistical Review of World Energy, 2007.

Patel, M.R., Wind and Solar Power Systems , CRC Press,1999.

Twidel, J., Weir, T., Renewable Energy Resources, E&FN SPON, 1990.

www.Ren21.net (2007 Global Status Report) .

MMO, Oda Raporu, Yayın No: 479, 2008.

www.eurelectric.org ( Energy Wisdom Programme Global Report).

Özerdem, B., “ Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği” Türkiye 9. Enerji Kongresi , 167- 175, 2003.

Windicator, Wind Power Monthly, January 2008.

Global Wind Energy Outlook, Greenpeace, 2006.

www.eie.gov.tr

## İZMİR VE ÇEVRESİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Yrd. Doç. Dr. Mutlu BOZTEPE  
mutlu.boztepe@ege.edu.tr

### GİRİŞ

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimi dünyada kent nüfusunu hızla arttıran önemli bir etken olmuştur. Sanayileşme ile büyüyen kentlerin sorunları da büyümüş ve katlanarak dünya ölçeğinde etkiler göstermeye başlamıştır. Atıklar, iklim değişiklikleri, asit yağmurları, su kirliliği, hava kirliliği vs. gibi önemli konular artık günümüzde bölgesel değil, küresel sorunlardır. Bütün bu çevresel etkilerin insan faaliyetleri sonucu oluştuğu, karbon kökenli endüstriyel yaşamdan kaynaklandığı, bilinçsiz ve aşırı kaynak kullanımı ile beslendiği artık bilimsel bir gerçektir. Fosil kaynaklı yakıt teknolojilerinden bir an önce kurtulup, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş bir zorunluluk haline gelmiştir.

Çağımızın en önemli kavramlarından birisi, kuşkusuz sürdürülebilirlik kavramıdır. Bu kavram devam eden toplumsal, ekonomik veya çevreyle ilgili bir sistemin, yaşamasına temel olan kaynağını tüketmeden, verimli bir şekilde işlevini yerine getirmesini öngören bir kavramdır. Kaynakların sınırsızmış gibi kullanımı ve plansız tüketilmesi, hem çevreyi atıklarla doldurarak yaşanmaz kılmış, hem de üretim için hammadde temini zorunluluğundan dolayı sıkıntı yaratarak sürdürülebilirlik kavramını gündeme getirmiştir. Kentlerin sürdürülebilirliği ise Van Geenhuisen ve Nijkamp (1994) tarafından “süreklilik içinde değişimi sağlamak amacıyla sosyo-ekonomik çıkarların çevre ve enerji ile ilgili kaygılarla uyumlu hale getirildiği kentler” şeklinde tanımlanmaktadır [Atıl, 2005]. Sürdürülebilir kentsel gelişim sürdürülebilir toplumsal kalkınma ile yakından ilişkili olduğu için kentsel yaşam kalitesinde de, yani sağlık, eğitim, iş olanakları, kültürel etkinlikler, yeşil alanlar, konut alanları, ulaşım gibi konularda da sürdürülebilirlik kavramını ön planda tutmaya ve her ikisini de beraber yürütülmesine gereksinim vardır. Sürdürülebilirlik, yaşanılabilirlik ya da kentsel yaşam kalitesi kavramlarının her biri bilim ve politika çevrelerinde büyük bir ilginin hedefi olmuş ve dünyanın çeşitli yerlerinde bu hedefle gerçekleştirilen çalışma ve uygulamalar sonunda umut verici değişimler yaşanmıştır. Curitiba (Brezilya), Kopenhag (Danimarka), Portland (ABD), Toronto (Kanada) gibi kentlerde yapılan çalışmalarda iyi sonuçlar alınmıştır [Oktay, 2007].

Sürdürülebilir bir kent planlamasında en önemli konulardan birisi şüphesiz kentin enerji yönetimi ve enerji planlamasıdır. YEKSEM 2001 sempozyumu kapanış bildirgesinde; bölgemizde başlanan ve ülkemize örnek olacak rüzgar, jeotermal, güneş enerjisi ve biyokütle uygulamalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelimizin, şehir planlamalarında ve yeni toplu konut projelerinde üniversiteler ve meslek odalarının destekleriyle yerel yönetimlerce değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [YEKSEM’2001]. YEKSEM 2007 sonuç bildirgesinde de; “Fosil uygarlığın” sona ermekte olduğu, önemli Avrupa kentlerinin, sadece enerji üretmek anlamında değil, top yekun yaşam felsefesini değiştirecek ve temiz kentler yaratacak, "Güneş kent" projelerini hayata geçirdikleri, kent planlamalarından, mimari yapılardan başlayarak "Güneş" eksenli projelerle

enerji tüketen değil hatta enerji üreten binalar, kentler yapmayı başardıkları, "Güneş Kent", "Güneş Uygarlığı" projelerinin kamuoyuna tanıtılması gerektiği, fosil yakıt temelli yaşam biçiminin bizi felakete sürüklediği ve nihai çözümün ancak "Güneş Uygarlığı"nın geliştirilmesi ve yaşam biçimi yapılması ile mümkün olacağı belirtilmiştir [YEKSEM'2007]. Bursa Nilüfer Belediyesi Kent ve Sağlık Sempozyumu sonuç bildirgesinde ise, canlıların varlığını sürdürebilmesi için insanlığın yarattığı karbon kökenli yaşam ve endüstri tarzının değiştirilerek, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gereği ile kentleşmenin ve geleceğin bu perspektiften kurgulanması zorunluluğu ifade edilmiştir [Bursa Nilüfer Belediyesi, 2006]

Kent planlamasında yenilenebilir enerji kaynaklarının dikkate alınması sürdürülebilir kentler yaratmanın ilk koşuludur. Bu çalışmada, ilk önce yenilenebilir kaynakların kentlerin yaşamındaki yeri ve önemi üzerinde durulduktan sonra İzmir kenti için yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli değerlendirilecektir.

## YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE KENTLER

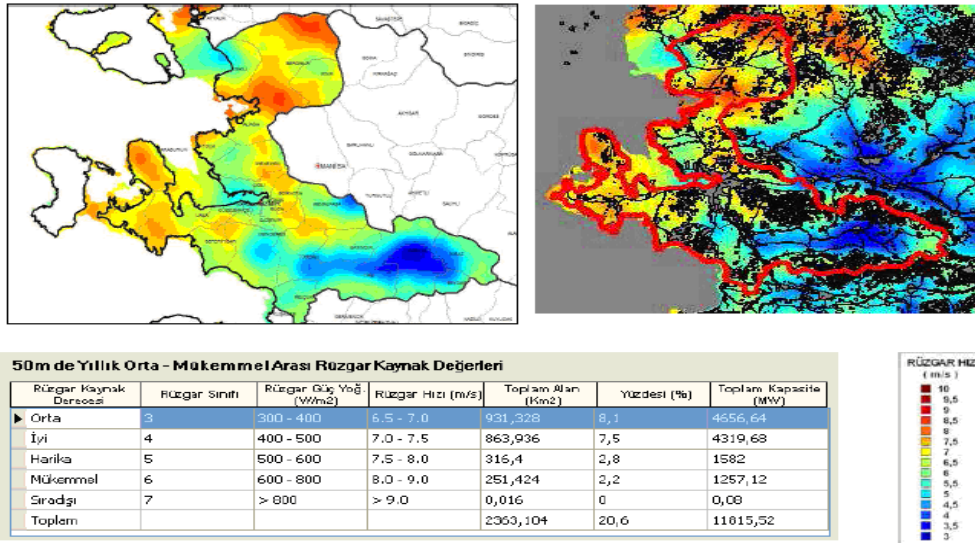
Yenilenebilir enerji kaynakları -rüzgâr, güneş, biyokütle, dalga, hidroelektrik, jeotermal enerji vs.- çevremizde doğal haliyle mevcut olup, sürekli akış halinde bulunan enerji türleridir. Fosil yakıtlar gibi sınırlı bir rezerve sahip olmadıkları için insanoğlu var olduğu müddetçe hizmet verebilirler. Küresel ısınmaya katkıda bulunmazlar ve karbon kökenli olmadıklarından çevreyi kirleten atıkları ya hiç yoktur, ya da en az seviyededir. Buna benzer daha birçok avantajlarına rağmen nispeten yüksek maliyeti yaygınlaşmasının önündeki en büyük engeldir. Günümüzde tüm dünyada, özellikle gelişmiş ülkelerde, çeşitli teşvikler ve örnek projeler yolu ile yenilenebilir enerjilerin kullanımını yaygınlaştırılmaya ve toplumda bir farkındalık yaratılmaya çalışılmaktadır. Böylece yenilenebilir enerji sektörü pazarının gelişmesi sağlanarak maliyetlerin arz-talep ilişkisi içerisinde düşmesi beklenmektedir. Artan enerji maliyetleri, birçok alanda yenilenebilir enerjileri daha ekonomik ve dolayısıyla tercih edilebilir olmasını sağlamaktadır.

Avrupa Birliği, enerji kaynaklarının güvenliğini sağlamak ve çeşitliliğini korumak üzere 2010 yılına kadar enerji tüketiminin %12'den fazlasını, elektrik tüketiminin %22,1'den fazlasını yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamayı ve ulaşım sektöründe kullanılan yakıtlar içerisinde biyoyakıt payını %5,75'e çıkarmayı hedeflemiştir. Yürüttüğü politikalar sayesinde bu hedeflere çok yaklaşan Avrupa Birliği, bu hedeflerini yenileyerek 2020 yılında enerji sektöründe %20'ye, elektrikte %33'e yükseltmiştir. Böylece aşağıdaki amaçlara ulaşmayı planlamaktadır [Kulözü, 2005];

- 2020 yılına kadar CO2 emisyonu 1990 yılı rakamlarına göre %17,6 oranında azalacak,
- 2001-2020 yılları arasında yenilenebilir enerji sektörüne 443 milyar euro'luk yatırım yapılacak,
- Petrol maliyetinde yaklaşık olarak 115,8 milyar euro'luk azalma sağlanacak,
- 2.023.000 kişiye iş sağlanacaktır.

Energie-Cites (<http://www.energie-cites.org>), Avrupa Yeşil Kentler Ağı (European Green Cities Network <http://www.europeangreencities.com>) vb. gibi organizasyonlarla bir araya

gelen kentler bilgi ve deneyimlerini paylaşıp, ortak projeler yürüterek sürdürülebilir kentler yaratma yolunda büyük adımlar atmaktadırlar. Avusturya'daki 27000 nüfuslu Güssing kasabası, Avrupa'nın kendi enerjisini (elektrik, ısıtma/soğutma, yakıt) yenilenebilir kaynaklardan karşılayan ilk kasabasıdır. Toplam 2,5 MW elektrik ve 5 MW termal güce sahip iki biyokütle enerji tesisi olan kasabada, yılda yaklaşık 30000 ziyaretçisi olan bir eko-turizm sektörü de yaratılmıştır. Almanya'nın Freiburg kentine bağlı Freiamt kasabasının tepelerinde kurulu her biri yılda 3 milyon kilovat saat üretim kapasiteli dört rüzgar türbini, evlerin çatısındaki fotovoltaik paneller ve ısıtma amaçlı bir biyogaz tesisi ile 1000 haneye, gereksinimini aşan miktarda, yılda 13 milyon kWh elektrik enerjisi üreterek tamamen kendine yeterli hale gelmiştir. Bu gibi örnekleri dünya genelinde çoğaltmak mümkündür.



Şekil 1. İzmir İli Rüzgar Enerjisi Potansiyeli [Çalışkan, 2007]

Tablo 2. Türkiye'deki Rüzgar Elektrik Santralleri

YER	YIL	GÜÇ (MW)
İzmir - Çeşme	1998	1.5
İzmir - Çeşme	1998	7.2
Çanakkale - Bozcaada	2000	10.2
İstanbul - Hadımköy	2003	1.2
Balıkesir - Bandırma	2006	30
İstanbul - Silivri	2006	0.85
izmir - Çeşme	2007	39.2
Manisa - Akhisar	2007	10.8
Çanakkale - İntepe	2007	30.4
Çanakkale - Gelibolu	2007	14.9
Hatay - Samandağ	2008	30
Manisa - Sayalar	2008	30.6
İzmir - Aliağa	2008	42.5

## İZMİR KENTİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

Üç milyona yaklaşan nüfusuyla Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir, başta jeotermal ve rüzgar enerjisi olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengindir.

### Rüzgar enerjisi

Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (EWEA)'nin raporuna göre Birlik ülkelerindeki kurulu rüzgar elektrik santrali gücü 2007 yılında %18 artış göstererek 57.136 MW'a, tüm dünyada ise %27 artış göstererek 94.112 MW'a ulaşmıştır. Türkiye'de ise %94 artış göstererek 146 MW'a ulaşmıştır. 2008 yılında hizmete girenlerle birlikte toplam 249.15 MW kurulu güç devrededir ve bu gücün 90.4 MW'ı (% 36) İzmir bölgesindedir (Tablo 2). İzmir ili 11.815 MW teorik kapasitesi ile rüzgar enerjisi açısından oldukça zengin olup, bu potansiyel ile üretilecek toplam enerji miktarı, kapasite faktörü %30 alınırsa, 31 Milyar kWh/yıl olur. Bu değer, Ege bölgesi toplam elektrik tüketiminden (2005'te ~21 Milyar kWh) daha büyüktür [Çalışkan, 2007].

### Güneş enerjisi

Ülkemiz güneş enerjisi açısından zengin bir bölgede yer almasına rağmen, daha düşük potansiyele sahip Avrupa ülkeleri kadar bu enerjiden faydalanamamaktadır. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), yıllık güneş enerjisi ışınlam şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup> (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olarak belirlenmiştir. Bölgelere göre değişim ise Tablo 3'te görülmektedir [Filik, 2007].

Tablo 3. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [EIE]

<b>BÖLGE</b>	<b>TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m<sup>2</sup>-yıl)</b>	<b>GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)</b>
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ DOĞU ANADOLU	1390	2956
İÇ ANADOLU	1365	2664
EGE	1314	2628
MARMARA	1304	2738
KARADENİZ	1168	2409
	1120	1971

Güneş enerjisinin çok geniş bir kullanım alanı vardır. En yaygın uygulamaları arasında sıcak su eldesi, konut ısıtılması-soğutulması, sera ısıtılması, tarım ürünlerinin kurutulması, yüzme havuzu ısıtılması, güneş ocakları ve fırınları, deniz suyundan tatlı su eldesi, tuz üretimi, sulama, toprak solarizasyonu, PV sistemler, buhar üretimi, güneş fırınları vb. sayılabilir. Mimaride güneş enerjisinden en fazla yararlanacak şekilde tedbirler alınarak, binaların ısıtma

\*Bu Bildiri Elektrik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ve soğutma amaçlı enerji gereksinimi en az düzeye indirilebilmektedir. Ayrıca, çatılarda toplanan güneş ışığı fiber kablolar üzerinden bina içerisine aktararak doğal aydınlatma yapılabilen ve böylece binaların enerji gereksinimleri azaltılmaktadır [Özbalta, 2001].

Güneş enerjisi güneş pilleri ile doğrudan elektrik enerjisine de dönüştürülebilmektedir. Portatif ve güneş olan her yerde kullanılabilme özelliğinden dolayı özellikle, deniz fenerleri, iletişim sistemleri, park, bahçe, otoyol aydınlatması, trafik sinyalizasyonu, ulusal elektrik şebekesinin ulaşmadığı kırsal yörelerdeki elektrik gereksiniminin karşılanması, tarımsal amaçlı sulama uygulamaları için çok uygundur. Son yıllarda evlerin çatılarına yerleştirilen şebekeye bağlı fotovoltaik (PV) sistemler oldukça yaygınlaşmıştır. İzmir şartlarında 25 m<sup>2</sup> bir alanda 4 kişilik bir ailenin elektrik ihtiyacını karşılayacak elektrik enerjisi PV sistemlerle üretilmektedir. Maliyetlerin düşmesiyle birlikte PV çatı sistemleri hızla yaygınlaşacaktır.

### **Jeotermal enerji**

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş olan ısının oluşturduğu, çeşitli kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardan, doğrudan veya dolaylı olarak enerji üretmeye dayanmaktadır. İzmir ili, sıcak su kaynakları ve kullanımı açısından Ege bölgesindeki önemli jeotermal merkezlerdendir. Kent çevresinde bulunan başlıca su kaynakları Dikili-Bergama, Aliağa, Karşıyaka-Çiğli, Balçova, Urla-Gülbahçe, Ulukent, Çeşme, Bayındır-Ergenli ve Seferihisar-Cumalı, Karakoç, Doğanbey bölgelerindedir. Bu kaynaklar kaplıca, konut ve sera ısıtımında, termal turizm ve tedavi alanlarında kullanılmaktadır

İzmir il sınırları içerisindeki 330.000.000 Kcal/h'lik görünür kullanılabilir jeotermal potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Görünür hale getirilmiş bu kadar enerji ile ortalama 80.000 konutun ısıtılması mümkün iken neredeyse bu miktarın onda biri oranında ısıtma yapılabilmektedir. İzmir ili içinde mevcut jeotermal alanlarda yapılacak araştırma etüd ve sondajları sonucunda görünür jeotermal potansiyel en az 5 kat artabilecektir. [Yılmaz, 2001].

### **Biyokütle enerjisi**

Fosil yakıtların yakılmasıyla binlerce yılda yeraltında depolanmış olan karbondioksit atmosfere salınır. Artan karbondioksit "sera etkisi" nedeniyle küresel ısınmaya neden olur. Buna karşın biyokütlenin (enerji bitkileri ve atıklar) yakılmasıyla atmosfere hiç yeni karbondioksit salınmaz. Çünkü karbondioksit döngüye girer ve yeniden biyokütle yetiştirmek için kullanılır. Biyolojik dönüşüm ve ısı dönüşümü teknikleri ile biyokütlenin yakıtlara ve diğer ürünlere dönüştürülmesi yöntemleri (biyokütleden etanol, sentetik gaz, ısı, elektrik vs.) araştırma laboratuvarlarında sürekli geliştirilmektedir [Saraçoğlu, 2004].

Türkiye'nin geri kazanılabilir biyokütle potansiyeli 17 MTEP olarak tahmin edilmektedir [Acaroğlu, 2004]. Türkiye sadece odun, bitki ve hayvan atıklarından yakacak olarak, ısınma ve pişirmede yararlanmakta ve dünyadaki modern biyokütle kullanım teknolojilerini yaygın olarak kullanmamaktadır. Türkiye'de biyogaz üretimi için hayvansal gübre, arıtma çamuru ve katı atık (çöp) önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Kümes hayvanı gübresinden ortalama 0.05 m<sup>3</sup>/gün (0.22 MJ/gün) biyogaz üretilir ve tavuk çiftlikleri kolaylıkla bunu gerçekleştirebilir ve büyük bir meblağ tutan enerji girdi masraflarını ortadan kaldırabilir

\*Bu Bildiri Elektrik Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

[Çetinkaya, 2004]. Kentler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden enerji kaynağı olarak yararlanmamız mümkündür. Bu amaçla özellikle gelişmiş ülkelerde ve Avrupa Birliğine üye ülkelerde, çöpten elektrik enerjisi üreten termik santral kurulmuştur. Türkiye'de bu konuda Ankara Mamak'ta 5,6 MW'lık bir santral üretimdedir. Bu tür uygulamalar ülke genelinde yaygınlaştırılmalıdır.

### Hidroelektrik

Hidroelektrik enerji bugün Türkiye'de kullanılan en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ege bölgesinde toplam kurulu gücü 302.1 MW ve 2005 yılı üretimi 670 Milyon kWh olan 13 adet hidroelektrik santral vardır. Ülkemizin teorik hidroelektrik potansiyeli 433 Milyar kWh olup ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyeli 130 Milyar kWh olarak tahminlenmektedir. Ekonomik potansiyelin ancak %35'i kullanılmaktadır ve değerlendirilmeyi bekleyen 84 Milyar kWh hidrolik potansiyel bulunmaktadır. Buna rağmen ülkemiz elektrik üretiminde hidrolik enerjinin payı 1996 yılında %43 seviyesinde iken günümüzde %20'nin altına kadar düşmüştür. Son yıllarda ilk kurulum maliyeti düşük ve kurulum süresi kısa olduğu için küçük güçlü akarsu santralleri de yaygınlaşmaya başlamıştır. İşletim maliyetleri çok düşük olan ve dağıtılmış güç sistemleri (Distributed power system) açısından çok uygun olan bu santrallerin sayısı henüz istenilen düzeyde değildir [EIE].

### SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin 2006–2017 dönemi stratejik planında, “artan enerji ihtiyacı ve yükselen enerji maliyetleri, çevre kirliliği ve alternatif enerji kaynaklarının yeterince değerlendirilememesi” birer tehdit, buna karşın kentin “yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgar, güneş, jeotermal, doğalgaz vs.) bakımından zengin olması” ise bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji kapsamında hedeflenen stratejik amaçlar ise Tablo 1'de verilmiştir. Bu hedeflerin sadece jeotermal enerji ile sınırlı kalmayıp çeşitlendirilmesi ve Avrupa Birliği'nin 2010 yılı hedeflerini gözetten bir yaklaşımla yeniden gözden geçirilmesi gerektiği açıktır.

Tablo 1. İzmir Büyükşehir Belediyesi 2006-2017 Enerji Konusundaki Stratejik Planı

Hedef 1: Jeotermal enerjinin kullanım alanlarının geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması	
• Faaliyet 1: Balçova-Narlidere bölgesinde 16000 konut eşdeğeri sistemi 28000 konut eşdeğerine yükseltmek	2006-2008
• Faaliyet 2: Seferihisar sahasında gerekli olan iyileştirme çalışmalarını yapmak	2006-2009
Hedef 2: Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmaların yapılması	
• Faaliyet 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ar-Ge Çalışmaları	2007-2009
• Faaliyet 2: Doğalgaz koordinasyon kurulu oluşturulması	2007
• Faaliyet 3: Jeotermal koordinasyon kurulu oluşturulması	2007



İzmir kenti, altyapısı, olanakları, üniversitelerindeki bilgi birikimi ve gelişmiş sanayisi ile sürdürülebilir kalkınma modeline geçiş için önemli bir potansiyeli içinde barındırmaktadır. Bu potansiyeli değerlendirip, ürüne dönüştürmede kent yönetimlerine büyük görevler düşmektedir. Sürdürülebilir kent modelini kendine misyon edinen şehirlerde enerji kullanımına ve kent planlamasına yönelik yapılabilecek çalışmalardan bazıları şöyledir;

- Rüzgar türbinleri, güneş pilleri ve arıtma tesislerinden elde edilen biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından mümkün olduğu kadar çok faydalanılmaktadır.
- Mevcut ve yeni yapılacak binalarda güneş enerjisinden faydalanarak ve yalıtım yaparak ısıtma/soğutma da kullanılan enerji miktarı azaltılmaktadır.
- Kentin yüzey alanının en az %20'sinin yeşil alan olması sağlanmaktadır. Aksi halde geniş asfalt kaplı alanlar yüzünden kent merkezi, çevresine göre birkaç derece, özellikle öğlen saatlerinde 6 dereceye kadar, daha sıcak olmaktadır.
- Toplu ulaşımı geliştirip, yaya ve bisiklet ulaşımına ağırlık vererek araç emisyonlarını azaltmak. Bu durum iş, endüstri ve konut alanlarını birleştirmeyi gerektireceği için kent planlamasına çok farklı bir yaklaşım gerektirebilir. Örneğin yolların, araç kullanmayı zorlaştıracak şekilde tasarlanması bile gerekebilmektedir.
- Toplu ulaşımı yapılabilir kılacak kadar yoğun ama yeşil alanları koruyacak şekilde yayılmış yerleşim yerleri tasarımı yaparak, insanların evlerini işlerine yakın tutacak bir şehir planlaması.
- Çatıların yeşillendirilmesi
- Çevre dostu taşımacılık, toplu taşımada emisyonların azaltılması
- Sürdürülebilir bir kentsel atık yönetimi ve atıklardan enerji kazanımı
- Enerji verimliliğini artırıcı sistem ve cihazların kullanımının yaygınlaştırılması

## KAYNAKLAR

Acaroğlu, M., "Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Uygulamaları, Gelecek Senaryoları ve Beklentiler", Biyoenerji 2004 Sempozyumu, 20-22 Ekim 2004, İzmir

Atıl, A., Gülgün, B., Yörük, İ., "Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı", Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 2005, 42(2):215-226.

Bursa Nilüfer Belediyesi, "Sonuç Bildirgesi", Kent ve Sağlık Sempozyumu, 9 Haziran 2006.

Çalışkan, M., "Ege Bölgesi Rüzgar Potansiyeli", Ege Bölgesi Enerji Forumu, 2007.

Çetinkaya, M., Karaosmanoğlu, F., "Biyogaz, Türkiye ve seçenekler", V.ulusal temiz Enerji Sempozyumu, 26-28 Mayıs 2004, sf.627-644.

EIE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi, <http://www.eie.gov.tr>

Filik, Ü. B., Kurban, M., Aydın, G., Hocoğlu, F. O., "Eskişehir'deki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyel Analizi", IV. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2007.

Kulözü, N., “Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği”, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildirileri, Mersin, 19-21 Ekim 2005.

Oktay, D., “Sürdürülebilirlik, Yaşanılabilirlik ve Kentsel Yaşam Kalitesi”, Mimarlık Dergisi, Sayı:335, Mayıs-Haziran 2007.

Özbalta, N., “Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Uygulamalar”, Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2001.

Saraçoğlu, N., “Türkiye’nin enerji üretiminde biyokütle kaynaklarından yararlanma olanakları”, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 26-28 Mayıs 2004, sf.485-497.

YEKSEM’2001, “Kapanış Bildirgesi”, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Ocak 2001.

YEKSEM’2007, “Sonuç Bildirgesi”, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Kasım 2007.

Yılmaz, S., “İzmir İli Jeotermal Enerji Alanlarının Önemi”, Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2001.

## KENTİMİZİN ULUSAL VE YENİLENEBİLEN ENERJİ KAYNAKLARINDAN YARARLANMA OLANAKLARI VE GELECEĞİ

Prof. Dr. M. Eran NAKOMAN  
eran.nakoman@deu.edu.tr

### 1.GİRİŞ

Bu çalışmada Türkiye'nin genel enerji durumundan hareketle birincil enerji kaynağı olan kömür potansiyelimiz Batı Anadolu bölgesi ve özellikle İzmir ili ve komşu iller itibarıyla ele alınmış, çok önemli bir kısmı ithal edilen petrol ve doğal gazın enerji ekonomimizdeki ve yöredeki yeri konu edilmiş Batı Anadolu Bölgesinin ve İzmir'in hidrolik enerji olanakları Türkiye'nin potansiyeli çerçevesinde ve günümüz verilerinin ışığında irdelenmiş, Batı Anadolu ve İzmir için çok önemli bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin günümüzde bilinen potansiyeli ve kullanımı ile bu potansiyelin artırılması ve uygulamalarının günümüzden daha etkin bir hale getirilebilmesi için gelecekte yapılması önerilen ve planlanan çalışmalar konu edilmiştir.

### 2.TÜRKİYE'NİN GENEL ENERJİ DURUMU

Türkiye 2006 yılı itibarıyla 40 GW dolayındaki kurulu elektrik üretim gücü ile dünyanın 3640 GW dolayındaki toplam kurulu gücünün % 1.09 ' unu; kişi başına düşen 555 W dolayındaki kurulu gücü ile dünya ortalaması olan 569 W / kişi' yi yakalamış durumdadır.

Ülkemiz elektrik üretimi yönünden ulaştığı 173 GWh dolayındaki üretimi ile 14 300 Gwh 'lık dünya üretiminin % 1.21 ' ine, 2007 yılı itibarıyla kişi başına düşen 2.222 kWh/kişi ile 2.234 kWh düzeyinde olan dünya ortalamasına çok yaklaşmış durumdadır. Buna karşılık Avrupa' da kişi başına düşen elektrik tüketiminin 6580 kWh, ABD ' de 12 222 kWh olduğu göz önüne alınırsa OECD ülkeleri arasında elektrik tüketimi sıralamasında da sonuncu olan ülkemiz için kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin oldukça düşük düzeyde olduğu görülür.

Türkiye 1950' lerde sadece 800 GWh kurulu güce sahipken günümüzde bu kurulu güç yaklaşık 216 kat artarak 40 804 MW kurulu güç ile 173 000 Gwh ' lık bir üretim kapasitesine ulaşmıştır.

Türkiye 'de tüketilen elektrik enerjisinin % 39 ' u petrol , % 27 ' si kömür , % 21 ' i doğal gaz ve % 13 ' ü hidroelektrik ve diğer yenilenebilir kaynaklardan karşılanmakta olup tüketimin % 70 ' e yakın kısmının ithal yoluyla karşılandığını belirtmek gerekir.

2006 yılı itibarıyla Türkiye'nin birincil enerji kaynakları, bu kaynaklara göre kurulu güç dağılımı ve elektrik enerjisi üretimi Tablo1 ' de verilmektedir. Bu tablonun incelenmesinden birincil enerji hammaddesi olarak hidroelektrik kaynaklarının yanında doğal gaz ve kömürün başı çektiği görülür.

Tablo 1. 2006 Yılı İtibariyle Türkiye' nin Kaynak Dağılımına Göre Kurulu Gücü ve Elektrik Enerjisi Üretimi.

<b><u>Kaynak</u></b>	<b><u>Kurulu Güç (MW)</u></b>	<b><u>Üretim (Gwh)</u></b>
Kömür	10 520	47 900
Akaryakıt	3 170	6 822
Doğal Gaz	13 608	74 368
Diğer	51	157
Jeotermal-Rüzgar	71	193
Hidroelektrik	<u>13 384</u>	<u>43 543</u>
<b>TOPLAM</b>	<b>40 804</b>	<b>172 983</b>

Tablo 1'de belirtilen elektrik üretiminin 79 000 Gwh dolayındaki kısmı yerli, 94 000 Gwh dolayındaki kısmı ise ithal kaynaklıdır.

40 804 MW 'lık kurulu güç ile Türkiye aslında her halükarda 200 000 Gwh 'dan az olmamak kaydıyla 242 000 Gwh düzeyinde bir elektrik üretimi yapabilirse de arızalar , santrallerin periyodik ve bazen de düzensiz bakım- onarımı , satın alma garantili anlaşmalar , yatırım eksiklikleri , rehabilitasyon eksiklikleri , yönetim sorunları, işletme politikası , kuraklık ve diğer nedenlerden dolayı 27 000 Gwh'lık bir üretim eksikliği ortaya çıkmakta ve böylelikle kapasite kullanım oranı ancak % 72 dolayında oynamaktadır.

Üretilen elektriğin % 20 dolayındaki kısmı kayıp ve kaçak kullanım nedeniyle kaybedilmektedir. Kapasite kullanım eksikliği de teorik olarak % 25 olunca var olan elektrik üretim kapasitesinin % 40 'dan fazla olan kısmının kullanılmadığı ortaya çıkar.

Elektrik üretilebilecek birincil enerji kaynaklarımızın istenen düzeyde ülke ekonomisine arz edilemeyeşinin nedenleri şöyle sıralanabilir:

- -Doğal birincil enerji kaynaklarımızın tam ve sağlıklı envanteri ( kesin işletilebilir rezervleri, ayrıntılı kimyasal ve fiziksel özellikleri) yoktur.
- -Linyit, taşkömürü, hidroelektrik ve yenilenebilen kaynakların önemli bir kısmı enerjiye çevrilememektedir.
- -Geçmişte siyasi otoriteler abartılı gaz tüketim talepleri tahmini yapmışlardır.
- -Uzun terimli al yada öde anlaşmalarının getirdiği yüklerin mevcudiyeti önemlidir.
- Pahalı elektrik üreten özel sektör santrallerine enerji alım garantisi verilmiştir.

Elektrik enerjisi talebinin her yıl % 9 -10 dolayında artması gerçeğinden hareketle 9.Beş Yıllık Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu raporuna göre elektrik enerjisi talebinin optimum düzeyde bir arzla karşılanması için gerekli yeni üretim tesislerinin inşası için 2006-2010 döneminde 2.6 milyar dolar/yıl ; 2010-2015 ve 2016-2020 dönemlerinde her yıl sırasıyla 4 ve 10.2 milyar dolar/yıl olmak üzere toplam 84 milyar dolarlık yatırım yapılması gerekmektedir.

### 3.KÖMÜR

Yurdumuzun 2004 yılı sonu itibariyle belirlenmiş linyit rezervi 8.994.105.000, taşkömürü rezervi ise 1.100.000.000 tondur. Rezerv hesaplamalarında ana faktör olan linyitin özgül ağırlığı rakamlarıyla oynayarak söz konusu linyit rezervini bir miktar arttırmak mümkündür.

Ülkemizdeki linyit potansiyelinin kullanım alanları sahip oldukları, Tablo 2 ' de yer alan ısı değerleri tarafından belirlenmektedir.

Tablo 2. Türkiye 'deki Linyit Kömürünün Isı Değerlerine Göre Sıralanışı.

<u>Isı Değeri Kcal/kg</u>	<u>Toplam Rezerve Göre Oranı</u>
<1000	3.80
1000-2000	66.32
2001-3000	24.50
3001-4000	5.60
> 4000	0.84

Isı değerinin 3000 Kcal / kg 'dan az olan linyitlerin ancak termik santrallerde yakıt olarak kullanabileceğini, teshim amaçlı kullanım alanlarının olmadığı belirtmek gerekir.

İzmir iline komşu Manisa, Aydın ve Muğla illeri sınırları dahilindeki Tablo 3 'de belirtilen yatakları ve rezervleri sıralamak mümkündür.

Tablo 3. İzmir İline Komşu İllerdeki Linyit Yatakları ve Rezervleri (2004 Yılı İtibariyle)

<u>Yatak Adı</u>	Görünür	<u>Rezerv (milyon ton)</u>		
		Muhtemel	Mümkün	Toplam
Kütahya-Seyitömer				183.819
Kütahya-Tunçbilek				304.700
Kütahya-Gediz-Ayçatı	145	12.300	11.500	23.945
Manisa-Soma	295.368	66.500	22.439	384.307
Manisa-Deniş	176.936	11.000		187.936
Muğla-Sekköy-Ekizköy	100.720			100.720
Muğla-Hüsamlar	80.796			80.796
Muğla-Eskihisar-Taşkesik	93.389			93.389
Muğla-Tınas-Bağyaka	38.318			38.318
Muğla-Bayır-Turgut	179.063	60.000		239.063
Muğla-Karacahisar				
<u>Alakilise-Çakıralan</u>	111.482			111.482

Bunun yanında Tire' de 600.000 ton mümkün rezervli bir kömür oluşumu bulunmaktadır. Torbalı'da, Bergama Çalan ve Ürküklerde ekonomik değeri olmayan kömür emareleri vardır.

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Tablo 3 ' de yer alan linyit yataklarından kalorifik değeri yüksek olan Soma kömürleri İzmir ' de teshin amaçlı olarak kullanılmakta olup diğer yataklar Tablo 4 'de belirtilen termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır.

Tablo 4. İzmir İline Komşu İllerdeki Termik Santraller.

<u>Santralin Adı</u>	<u>İli</u>	<u>Gücü (MW)</u>
Soma A1,A2	Manisa	2x22
Soma B1,B6	Manisa	6x165
Yatağan	Muğla	3x210
Yeniköy	Muğla	2x210
Kemerköy	Muğla	3x210
Seyitömer	Kütahya	4x150
Tunçbilek A3, B1, B2	Kütahya	65+2x150

Türkiye'de günümüzde enerji üreten linyite dayalı termik santrallerin toplam kurulu gücünün 8445 MW olduğunu burada belirtmek yerinde olur.

2015 yılına kadar inşa edilerek devreye alınacak toplam 3978 MW gücündeki linyite dayalı termik santraller Batı Anadolu, özellikle İzmir ve komşu illerde bulunmamaktadır.

Kömür prospeksiyon çalışmalarının 1970'li yıllardan itibaren neredeyse tamamen durmuş olduğunu belirtmek gerekir. Oysa kömür potansiyelimizin yapılacak arama çalışmaları ile ciddi artışlar göstermesi muhakkaktır. Modern ve temiz yakma teknolojileri kullanan akışkan yatak teknolojisine sahip, verimi yüksek ve çevreye zarar riski en aza indirgenmiş linyit santrallerinin Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını önemli oranda azaltacak unsurlar olacağı muhakkaktır.

#### 4. PETROL VE DOĞALGAZ

Dünya'da günümüzde yılda 10.5 milyon ton petrol tüketilmektedir. Bu tüketimin 2010 yılında 12 milyon tona, 2030 yılında ise 16 milyon tona ulaşması beklenmektedir.

Türkiye'nin bilinen üretilebilir petrol rezervinin yaklaşık 300 milyar varil olduğu bilinmektedir.

Bu rezerv 43 milyon tona eş değerdir. Günümüze dek Türkiye'de 1.3 milyar varil petrol keşfedilmiş bunun 900 milyon varili tüketilmiştir. Türkiye'nin yıllık petrol gereksinimi 24 milyon ton dolaylarında olup İzmir ilinin bu tüketimdeki payı İstanbul ve Ankara illerinden sonra 3. sıradadır.

1976 yılında dünya birincil enerji kaynaklarında % 18.7 oranında bir paya sahip olan doğalgazın 2005 yılı sonunda bu oran % 27.6'ya ulaşmıştır.

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Ülkemizde 2006 yılında doğalgaz tüketiminin 30 milyar m<sup>3</sup> olduğu, 2020 yılında bu tüketim miktarının 63.2 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşacağı öngörülmektedir.

Türkiye'deki doğalgaz rezervleri yaklaşık 8 milyar m<sup>3</sup> olup 205 yılı itibari ile 27 milyar m<sup>3</sup> gaz tüketilmiştir.

Ülkemizde 2006 yılındaki üretimimizin 896 milyon m<sup>3</sup> olduğu ve bu yerli üretimin doğalgaz ihtiyacımızın ancak %3'ünü karşıladığı görülmektedir.

Türkiye'de doğalgaz tüketiminde en büyük paya elektrik sektörü sahiptir. Ülkemizdeki ve dünyadaki doğalgaz tüketim yüzdeleri karşılaştırıldığında, Avrupa'daki birçok ülke ve ABD'ye oranla ülkemizin elektrik üretiminde doğalgazın çok büyük payı olduğu görülmektedir. Nitekim elektrik üretiminde doğal gaz 9. Kalkınma Planı'na göre 2010 yılında 13 600 MW iken 2020'de 27 947 MW'a yani yaklaşık 2 katına çıkacak yani 2010 yılında 44 034 milyar m<sup>3</sup>'den 2020'de 63 205 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşacaktır.

2007 yılı itibari ile Türkiye'de tüketilen gazın %67'si olan 18 milyar m<sup>3</sup> Rusya Federasyonu'ndan alınmakta, bu ithalatı 4.3 milyar m<sup>3</sup> ile İran, 3.9 milyar m<sup>3</sup> ile Cezayir ve 1 milyar m<sup>3</sup> ile Nijerya izlemektedir. Elektrik üretiminde, sanayide ve konut ısıtmada dışa bağımlı olarak yoğun bir şekilde kullanılan doğalgazda programlı veya programsız kesintilere karşı menşei çeşitliliği, iletim hatlarının geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi ile etkin depolama yer altı ve yer üstü tesislerinin ikmalî zorunlu hale gelmiştir.

## 5. HİDROLİK ENERJİ

Daha öncede belirttiğimiz gibi enerji üretimimizin %25'i yenilenebilir kaynaklardan olan hidroelektrik kaynaklardan, geri kalan kabaca %75'lik kısmı ise fosil birincil enerji kaynakları olan doğalgaz, linyit, taşkömürü ve fuel-oil'den üretilmektedir.

Ülkemizin yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m<sup>3</sup> olup tüketilebilir yerüstü ve yeraltı potansiyeli ortalama 112 milyar m<sup>3</sup>/yıldır.

Geçmiş yıllarda belirlenen hidroelektrik potansiyelimiz yaklaşık 34 000 MW/yıl'a tekabül eden 130 milyar kWh idi. Değişen ekonomik koşullar çerçevesinde bu rakamın Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'ne göre 163–188 milyar kWh'a bir diğer görüşe göre ise 210 milyar kWh'a çıkabileceği öne sürülmektedir. Bu değerler dikkate alındığında teknik-ekonomik ve kullanılabilir hidroelektrik potansiyelimizin çok önemli bir kısmının devreye alınmadığını söylemek mümkündür. Rezervuar hacmi 3h m<sup>3</sup>'e eşit ve daha büyük 555 barajımız mevcuttur. Bunların 135'inde küçük veya büyük HES mevcuttur. Tablo 5'de de görüldüğü üzere 2007 yılı itibari ile işletmedeki hidroelektrik santrallerimizden 46 milyar kWh üretilmekte olup inşa halindeki santrallerden ise 9.770 milyar kWh üretilmektedir.

Tablo 5. İşletmede ve İnşa Halindeki HES'ler, Kapasiteleri ve Elektrik Üretimleri.

<b><u>Barajlar</u></b>	<b><u>HES sayısı</u></b>	<b><u>Kapasite (MW)</u></b>	<b><u>Üretim GWh/yıl</u></b>
İşletmede olan	137	12.846	46.191
İnşa Halinde	39	3.004	9.770
Projelenmiş	504	20.847	73.792
<b>Toplam</b>	<b>716</b>	<b>36.697</b>	<b>129.933</b>

İzmir' in barajları genelde içme ve sulama fonksiyonlu olup amaçları ve hacimleri Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. İzmir İli Barajları.

<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Bitiş Yılı</u></b>	<b><u>Amaç</u></b>	<b><u>Normal su kotunda</u></b> <b><u>Göl hacmi hm<sup>3</sup></u></b>	<b><u>Gövde Hacmi ( m<sup>3</sup>)</u></b>
Alaçatı	1997	İçme suyu	16,6	250 000
Balçova	1980	İçme suyu	8,2	1 011 000
Güzelhisar	1981	Sanayi	158	3 205 000
Kestel	1988	Sulama	37,4	838 000
Ürkmez	1989	Sulama+içme	7	991 000
Seferihisar	1993	Sulama	29,1	1 500 000
Tahtalı	1999	İçme suyu	306,65	3 100 000
Kavaklıdere	2002	Sulama	13,9	1 600 000
Yorhanlı	2001	Sulama	67,25	2 400 000
Sevişler(MAnis)	1981	Sulama	127,4	4 130 000
Demirköprü	1960	Sulama+elektri	1320	4 300 000

## 6. JEOTERMAL ENERJİ

Dünya'da jeotermal zenginliği ile yedinci, Avrupa'da ise birinci sırada bulunan Türkiye'nin teorik jeotermal potansiyeli 31.500 MWt ısı 4500 MWe elektrik olarak kabul edilmektedir. Bu potansiyel ile Türkiye bir görüşe göre toplam elektrik ihtiyacının %5'ini sanayi, teshin, seracılık v.b. için gerekli ısı enerji ihtiyacının ise %30'una yakın kısmını karşılayabilir.

Türkiye' de jeotermal enerji potansiyelinin % 70'i olan 22.000 MWt enerji Ege Bölgesinde, Ege Bölgesi jeotermal potansiyelinin kabaca % 10' u olan 2200 MWt' lık enerji ise İzmir ili sınırları içindedir.

Türkiye jeotermal potansiyelinin % 9.95'e yakın kısmı ısıtmaya uygun sahalardan oluşmakta olup 2007 yılı itibari ile kurulu jeotermal güç 992 MWt olup 117.000 eş değeri konut ve sera ısıtması yapılmakta, 215 kaplıcaya termal su sağlanmaktadır. Elektrik dışı kullanımdan tasarruf kabaca yılda 1milyon ton fuel-oil'e eş değerdir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre elektrik amaçlı kullanılabilir toplam jeotermal potansiyelimiz 4500 MW/yıl, termal amaçlı kullanılabilir toplam görünür

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



potansiyelimiz ise 31500MW/yıl'a ulaşmaktadır. Bu termal potansiyelin teorik karşılığının 5 milyon konutun akışkanla ısıtılması veya 150.000 dönüm seranın ısıtılması veya 1 milyondan fazla kaplıca yatağı kapasitesinin sağlanması olduğu öne sürülmektedir. Rezervuar sıcaklığı 140°C'nin üzerindeki jeotermal alanlar içinde İzmir ili sınırları içinde Seferihisar sahası (158°C) ve Balçova sahası (142°C) başta gelmektedir. Bu sahalara Çeşme ve Karşıyaka jeotermal olanaklarının eklemek mümkündür. İzmir iline komşu jeotermal potansiyeller olarak Manisa- Salihli- Caferbey sahası (150°C), Aydın- Sultanhisar sahası(141°C), Aydın- Yılmazköy sahası (142°C), Manisa- Kavaklıdere sahası (213°C), Manisa- Salihli- Gözekli sahası (182°C) ve Aydın- Germencik- Ömerbeyli sahası (232°C) sayılabilir.

Türkiye'de elektrik üretimine uygun jeotermal potansiyel içeren 13 adet saha bulunmakta olup tümü Batı Anadolu'dadır. Bu sahaların yapılan çalışmalarla görünür hale getirilmiş kapasitesi 100 MWe dolayındadır. Yapılacak ek etüt ve çalışmalarla 150 MWe'eye çıkarılması planlanmaktadır. Bu sahalardan Denizli-Kızıldere'de 20 MWe kurulu güce sahip santralden 12 MWe elektrik üretilmeye devam edilmektedir. Bu eski santrale Aydın-Germencik'teki 45 MWe'lik ve Aydın –Salavatlı'daki 8,6 MWe gücündeki iki santrali ilave etmek mümkündür.

Türkiye'de ilk jeotermal arama kuyusu 1963 yılında, İzmir Balçova'da açılmış ve 40 m'de 124 °C sıcaklığa sahip buhar+sıcak su karışımı bir akışkan bulunmuştur.

Bu günümüze kadar açılmış bulunan yaklaşık 500 adet jeotermal arama ve üretim kuyusunun ilkidir. Balçova Termal otelini 5,1 MWt kapasite ile aralık 1994 tarihinden beri,90.000 m<sup>3</sup> toplam hacimli Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi ve Tıp Fakültesi binaları 2,2 MWt kapasite ile 2007 yılı itibariyle fiilen 18.500 konutun ısıtıldığı 25.000 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma jeotermal enerjinin doğrudan kullanımının İzmir ili sınırları içindeki uygulamalarının başı çeken örnekleridir. Balçova merkezi ısıtması dışında Türkiye çapında jeotermal kaynaklarla ısıtılan 240 kaplıcadan yılda yaklaşık 7 milyon kişi yararlanmaktadır. Dikili, Simav, Kızıldere ve Balçova' daki 1000 dönüm jeotermal kaynaklarla ısıtılan serayıda bu uygulamalara eklemek gerekir. İzmir ili sınırları içindeki jeotermal görünür ve muhtemel potansiyel Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. İzmir İlinin Jeotermal Potansiyeli.

<b><u>Jeotermal Alan</u></b>	<b><u>Görünür Potansiyel(MWt)</u></b>	<b><u>Muhtemel Potansiyel(MWt)</u></b>
Seferihisar	174,3	58
Balçova	232	581
Karşıyaka-Ulukent	0,58	87
Çeşme-Alaçatı	17,4	87
Aliğa-Menemen	29	116
Bayındır- Ergenli	1,4	5,8
Dikili ve Çevresi	232	465
Bergama ve Çevresi	23	232
<b>TOPLAM</b>	<b>710</b>	<b>2155</b>

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Görünür hale getirilmiş 710 MWt mertebesindeki jeotermal enerji 153 ton/ saat orta ve yüksek ısı değerli linyite eşdeğer olup Balçova, Bergama ve Dikili’ de 30.000 konut karşılığı ısıtma sağlanmaktadır. Isıtılan sera alanı ise 800 dönüme ulaşmıştır.

İzmir ilinin 2155 MWt düzeyinde öngörülen muhtemel termal potansiyeli 464 ton/saat linyite eşdeğer olup yapılacak jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmalarıyla peyderpey görünür hale getirilebilir.

Devlet Planlama Teşkilatı verilerine göre 2005 yılı itibariyle Türkiye’ de jeotermal kaynaklı elektrik üretimi 20 MWe yanında 635 MWt güçte 12 değişik ilde 103.000 konut eşdeğeri teshin, toplam 402 MWt güçte 215 adet kaplıca ve toplam 192 MWt güçte 635.000 m<sup>2</sup> seracılık mevcut olup toplam doğrudan kullanımlı jeotermal ısı gücü 1229 MWt’a ulaşmaktaydı.

Türkiye’deki jeotermal enerji uygulamalarıyla ilgili, 2007–2013 yıllarını kapsayan Devlet Planlama Teşkilatı 9.Kalkınma Planında belirlenen hedefler ise Tablo 8’deki şekilde özetlenebilir.

Tablo 8. 9.Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Uygulama Hedefleri.

<u>Konu</u>	<u>Güç</u>	<u>Uygulama</u>
Jeotermal elektrik üretimi	550 Mwe	
Isıtma(konut, termal tesis v.b.)	4.000 Mwt	500.000 konut eşdeğeri
Sera	1.700 MWt	500.000 ton/yıl
Termal Turizm	1.100 MWt	400 kaplıca eşdeğeri
Soğutma	300 MWt	50.000 konut eşdeğeri
Kurutma	500MWt	500.000 ton/yıl
Balıkçılık ve diğer kullanımlar	400 MWt	
Toplam dorudan kullanım	8.000 MWt	

Devlet Planlama Teşkilatı 9.Kalkınma Planı Jeotermal Çalışma Grubu Raporuna göre 2013 yıl toplam jeotermal elektrik üretimi dışı doğrudan kullanım projeksiyonu fuel-oil ikamesi 3.88 milyon ton/yıl olup bu miktar yakıtın bedeli 4 milyar USD/yıl olarak belirlenmektedir.

## 7. RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgâr enerjisi yenilenebilir primer enerjiler arasında hidrolik enerjiden sonra gelen en önemli enerji olma yolundadır.

Dünya rüzgâr enerjisi potansiyelinin 50<sup>0</sup> Kuzey ve Güney enlemleri arasında kalan alanda 26.000 TWh/yıl olduğu teknik ve ekonomik nedenlerle bu potansiyelin ancak 9.000 TWh/yıl’lık kısmının kullanılabilir olabileceği tahmin olunmaktadır. Dünya karasal alanlarının yaklaşık 1/4’lük kısmı 5.1 m/s’ den daha yüksek rüzgâr hızının etkisi altındadır. Bu nitelikteki

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

rüzgâr enerjisinden yararlanılabileceği söz konusu olduğunda 8 MW/km<sup>2</sup> üretim kapasitesi ile teorik olarak

240.000 GW kurulu elektrik gücüne sahip olunabileceği öngörülmektedir.

Rüzgâr potansiyeli bakımından Türkiye'nin çok şanslı olduğunu söylemek olasıdır. EIE' nin belirlediği yurt çapında ortalama rüzgâr ölçüm değerleri, Marmara, Ege, Doğu ve Güneydoğu Akdeniz bölgelerinin rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi için çok elverişli olduğunu göstermektedir.

Yurdumuzda 1998'de işletmeye alınan yap-işlet-devreli modeli Çeşme-Alaçatı' daki rüzgâr çiftliği bir ilk olup 8.7 MWe gücündedir. 860 dönüm alana yayılmış 1800 ortaklı ARES adıyla anılan bir şirkete aittir.

2006 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin rüzgâra dayalı toplam kurulu elektrik üretim gücü 50 MW' dır. Avrupa Birliği ülkelerinde bu gücün 50.000 MW' a ulaştığı dikkate alınırsa Türkiye'nin rüzgâr enerjisi konusunda daha çok yol alması gerektiği ortaya çıkar. Ülkemizin büyüklüğü ve bölgesel rüzgâr yoğunluğu dikkate alınarak teorik olarak her 10 noktaya 1 tribün hesabıyla 2023 yılına kadar 77.800 dolayında rüzgâr tribününün monte edilebileceği öne sürülmektedir.

Yine bu teorik hesaba göre her tribünün 1,5 MW gücünden hareketle rüzgâr enerjisine dayalı elektrik üretebilecek toplam gücün 116.000 MW'a ulaşabileceği söylenebilmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin genellikle bol rüzgârlı 8500 km uzunluğunda deniz kıyısı olduğundan yukarıda konu edilen rüzgâra dayalı elektrik üretim gücünün tam anlamıyla hayal olmadığı ortaya çıkar.

## 8. GÜNEŞ ENERJİSİ

Türkiye'nin toplam güneşlenme süresi ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl olmak üzere 2640 saat olarak belirlenmiştir. Elektrik üretiminde kullanılabilecek güneş ışınımı potansiyeli 8.8 milyon ton petrol eşdeğeri (mtpe) , teshin amaçlı kullanılabilecek güneş enerjisi potansiyeli 26,4 mtpe olarak hesaplanmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 2005 yılında konutlarda 90 milyon mtpe tüketildiği gerçeğinden hareketle, konutlarda harcanan enerjinin %80'lik kısmının ısıtma amaçlı olduğu göz önünde tutulursa yukarıda belirtilen güneş enerjisi potansiyelinin konut ısıtmasında daha etkin kullanımının ne kadar önemli olduğu ortaya çıkar.

Güneş enerjisinin, güneşli günlerinin yıl içinde egemen olduğu İzmir kentinde konut ısıtmasında çok ciddi boyutlarda kullanımını teşvik etmek gerekir. Bu çerçevede özellikle yeni inşa edilecek yapılarda yalıtım, yönlendirme gibi unsurlar göz önünde tutularak %30'lara ulaşan oranlarda ısı kazancı sağlanması mümkün olacaktır.

---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## 9.SONUÇ

Ülkemizin enerji sektöründe öz kaynak kullanımının artırılması sayesinde dışa bağımlılığın giderek azaltılması amacıyla petrol ve elektrik üretiminde kullanılan doğal gaz tüketiminin azaltılması gerekmektedir. Bu husus bütün Türkiye için olduğu gibi İzmir ili için de geçerlidir.

Ülkemizin artan nüfusuna ve artan hayat seviyesine paralel olarak enerji ihtiyacının giderek arttığı bir gerçektir. Nitekim elektrik enerjisi talebinin her yıl % 9-10 dolayında arttığı izlenmektedir. Artan bu elektrik enerjisi talebinin karşılanabilmesi amacıyla gerekli yeni elektrik enerjisi üretim tesislerinin inşası için 2020 yılına kadar toplam 84 milyar dolarlık yatırım yapılması gerekmektedir.

Nüfus yönünden Türkiye'nin 3. kenti olan İzmir ülkenin enerji ekonomisi içinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Fakat her konuda tükettiğinden çok üreten bir şehir olarak, enerji yatırımları yönünden Batı Anadolu 'da yer alan Afyon, Kütahya, Manisa ve Uşak arasında en az payı alan olmaktadır.

İzmir ili sınırları içinde önemli bir kömür zuhuru yoktur. Buna karşılık komşu illerde bulunan kömür yatakları ile Batı Anadolu, Maraş-Elbistan kömür yatağının bulunduğu 3.2 Milyar ton görünür rezervli Doğu Anadolu'dan sonra ülkemizde kömür potansiyeli yönünden ikinci sırada gelmektedir.

Batı Anadolu ve dolayısıyla İzmir ili petrol ve doğal gaz tüketimi yönünden Türkiye'de İstanbul ve Ankara'dan sonra üçüncü sırada yer almakta olup mevcut hidrolik kaynaklarından Demir köprü hidroelektrik santrali hariç sanayi, içme ve sulama suyu amaçlı olarak yararlanılmaktadır

Ülke jeotermal enerji potansiyelinin % 70 'ine tekabül eden 22 000 MWt tutarındaki enerji Ege bölgesinde ve bu potansiyelin % 10 'u olan 2200 MWt 'lık ısı enerjisi ise İzmir ili sınırlarındadır.

Yapılan çalışmalarla İzmir ili sınırları içinde günümüze dek 710 MWt 'lık jeotermal enerji görünür hale getirilmiştir. Beklenen potansiyel 2155 MWt olup halen Balçova, Dikili ve Bergama'da ısıtılmakta olan 30.000 ev ve 800 dönüm seraya ek olarak, Servet Yılmaz'ın göre ilk etapta ısıtılacak konut sayısı 60.000'e hedeflenmelidir. Bu çerçevede jeotermal enerjinin etkin olarak kullanıldığı Balçova yöresinde ısıtılacak konut sayısının artırılması çalışmaları yapılmalı, yeni sondajlarla debi arttırılmalı, reenjeksiyon mutlaka gerçekleştirilmeli, Balçova ve Narlıdere'nin dışında İzmir ilinin jeotermal potansiyelini arttırmak için jeolojik, jeofizik etüdler ile gradyan sondajları yapılmalı, termal turizmin daha etkin ve yaygın hale getirilmesi yönünde çaba gösterilmelidir. Ayrıca, günümüzde dikili yöresinde çok gelişmiş olan seracılığın Bergama ve çevresine yayılımı sağlanmalıdır.

## ENERJİ KAYNAKLARINDA GÜVENİRLİLİK VE KÖMÜRÜN YERİ

Prof. Dr. Vedat ARSLAN  
vedat.arслан@deu.edu.tr

### 1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergesi kişi başına enerji tüketimi olmaktadır. Ancak gelişmenin temel şartı da sürekli, güvenli ve ekonomik bir şekilde enerjinin teminine bağlıdır. Gelişmiş olan ülkeler temel stratejilerini kaynak genişliği, yerel kaynakların önceliği, düşük maliyet ve global sorumluluk gereği temiz enerji konularında yoğunlaştırmaktadır. Ancak stratejik açıdan birinci öncelik, enerjide dışa bağımlılığı minimize etmek için yerel kaynakların mümkün olduğunca kullanıma sokulması olmalıdır. Türkiye açısından duruma bakıldığında, şu anda enerjide dışa bağımlılığımız ülke geleceğini tehdit eder boyuta varmıştır. Dışa bağımlılığı azaltmada kullanabileceğimiz ana kaynak ise kömür olmaktadır. Günümüzde oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan kömür, gelecekte de bu payını sürdürecektir potansiyele sahiptir.

Sürdürülebilir kalkınmanın temel şartı olan enerji ile ilgili kavramları birçok yönden ele almak mümkündür. Günümüzde enerji kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımı kaynağı bol olan ülkelerle kaynak kıtlığı olan ülkelerin enerji konusuna farklı yaklaşımlarına neden olmaktadır. İthal enerji kaynaklarına bağımlılığı yüksek olan ülkeler açısından enerji kaynaklarının sürekli, güvenilir, temiz ve çeşitli kaynaklardan/ülkelerden olabildiğince uygun fiyatlarla sağlanması ve yüksek verimlilikle tüketilmesi sorunu büyük önem taşırken; genelde enerji ihracatçısı olan ülkeler açısından, kendi enerji kaynaklarına uluslararası piyasalarda çeşitli ülkelerden kesintisiz ve yeterli talebin var olması ve yeterince yüksek fiyatlardan satılabilmesi anlamında enerji talep güvenliği kavramı daha fazla ön plana çıkmaktadır. Sonuç olarak, ülkelerin güçlü bir ekonomik yapıya sahip olabilmesi için enerji güvenliği stratejik öneme sahiptir.

Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarını, fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz), nükleer yakıtlar, hidrolik kaynaklar, güneş, rüzgâr, biyomas, jeotermal vb. olarak saymak mümkündür. Bunların içerisinde günümüz koşullarında en yaygın kullanıma ve tüketimde en büyük paya sahip olanlar fosil yakıtlardır. Diğer kaynaklar belli oranlarda kullanıma girmiş olsalar dahi, güneş dışındakiler fazla genişleme şansına sahip değildir. Güneş enerjisi kullanımı da henüz beklendiği seviyeye ulaşmamıştır ve günümüz teknolojik gelişimiyle de en iyimser tahminle bile güneş enerjisinin ancak 2050 de sanayi için önemli oranda kullanıma girebileceği öngörülmektedir (Esser,1999). Fosil kökenli yakıtların belirlenmiş rezervleri göz önüne alındığında ise, çeşitli kaynaklarda farklı rakamlar verilse de, ortalama olarak kömürün 200 yıl, petrolün 40 yıl ve doğal gazın 60 yıl civarında bir ömrünün olduğu hesaplanmaktadır (Tüsiad, 1998; Mimurato, 2001).

Dünyada kullanılan enerjinin önemli oranda petrole bağımlı olması ve petrol kaynaklarının büyük çoğunluğunun siyasi ve yönetsel kargaşanın yoğun olduğu İran Körfezi bölgesinde olması enerji güvenliği açısından önemli bir problemdir.

---

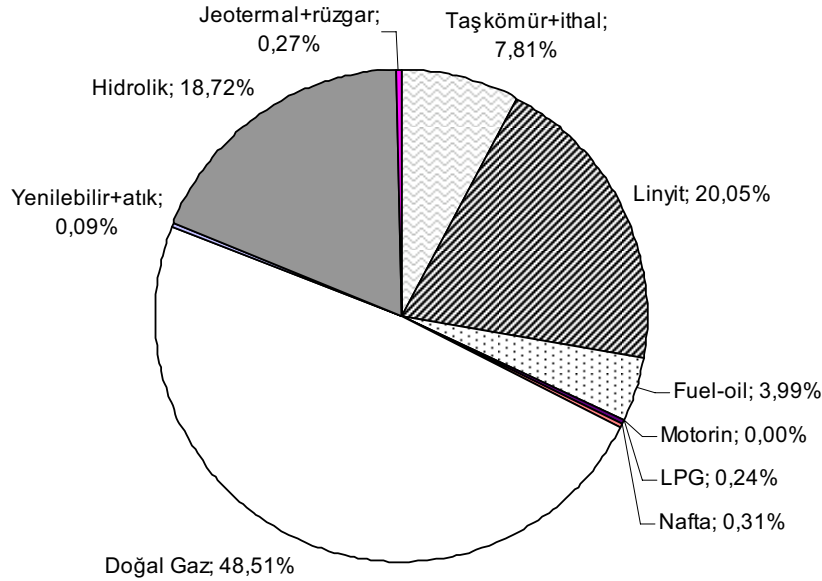
\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Doğal gaz ise oldukça temiz bir yakıt olması, kolay taşınıp dağıtılabilmesi gibi avantajları nedeniyle hızla enerji piyasasına girmiş ve kullanımı devamlı artmaktadır. Ancak dış kaynaklı olması hem ülke ekonomisi açısından sakıncalı hem de doğal rezervlerinin yaklaşık %75'inin Orta Doğu ve eski SSCB ülkeleri elinde olması ve bu bölgelerin istikrarsız olması, doğal gazın güvenilirliğini azaltmaktadır (Topping, 2001).

Uluslararası enerji piyasalarındaki belirsizlik ortamı, fizibil olan yerli kaynaklara daha çok yatırım yapılmasını ve dengeli bir enerji karışımı için daha dikkatli ve uzun vadeli planların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Yerli kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları da dahil, enerji güvenliğini arttıracaktır.

Enerji stratejilerinin belirlenmesinde önemli olan parametreler vardır. Ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma, sosyal etkiler, çevresel etkiler, ekonomik etkiler. Refah seviyesinin iyileşmesi ve ekonomik büyümenin enerjideki gelişmeye bağımlı olmasının yanında sayılan parametrelerde hem ulusal bazda hem de uluslararası ilişkiler açısından enerji projelerinin temel çıkış noktaları olmak zorundadır (Clean Energy... Final Report, 1996).

Ülkemizin geldiği noktanın ne olduğu ise aşağıdaki grafikte (Şekil 1) açık olarak görülmektedir. TEAŞ, 2007).



Şekil 1. Elektrik Üretimindeki Kaynak Payları (2007 Türkiye) (TEAŞ 1970-2007 Üretim İstatistik Listesi)

## 2. DÜNYA GENELİNDE ENERJİ KAYNAKLARININ MEVCUT DURUMU

Enerji kaynaklarını rezervler, coğrafi dağılım, üretim oranları, fiyatlandırmada stabilite, ticari durumu, kaynak güvenirliliği, çevresel etkileşim vb faktörler açısından irdelemek gerekmektedir.

Enerji kaynakları yenilenebilir, nükleer ve fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz ve kömür) olmak üzere gruplandırılarak, aşağıda kısaca incelenmektedir.

## 2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyada 2004 yılında 11059 Mtep olan toplam enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi içerisindeki payı %13.5 olarak gerçekleşmiştir. 2030 yılı tahminleri dünya toplam enerji arzının 16500 Mtep'e ulaşacağını göstermekte, bu değer %14.1'inin ise yenilenebilir kaynaklardan üretileceğini öngörmektedir. Bundan daha yüksek değerlere çıkması ancak 2050 yılına doğru mümkün görülmektedir. (ETKB, 2006)

### Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji üretim kaynakları geleneksel stoklar, pompalanmış stoklar ve akan su-ırmak olmak üzere sınıflandırılabilir. Yenilenebilir kaynaklarından olan hidrolik enerjinin dünya genelinde 14000 TWh/yıl değerlendirilebilecek potansiyeli tahmin edilmektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da bu potansiyelin yaklaşık %60'ı, diğer bölgelerde ise %10'u kullanılmakta olup, %30'luk potansiyel kullanım beklenmektedir. Dünya elektrik üretiminin yaklaşık %18'i hidrolik kaynaklardan yapılmaktadır(Tüsiad, 1998; Clean Energy..Final Report, 1996). Bu oranın çok fazla artırılmasını beklemek de gerçekçi değildir. Su kaynaklarının potansiyel bir varlığı olsa da, jeolojik yapı, mevsimsel etkileşimler, bölgesel faktörler vb. nedenler, bu potansiyelin %100 oranında kullanımını mümkün kılmamaktadır.(WEC, 2007).

### Rüzgâr Enerjisi

Kömür santrali ile karşılaştırıldığında, 1 kWh rüzgar enerjisi 1kg CO2 emisyonunu engellemektedir. (ser2007\_final). Bu nedenele de önemli bir enerji kaynağıdır. Atmosferde rüzgarı oluşturan brüt kinetik potansiyel 191 TW'dır. 50 derece kuzey ve güney enlemleri arasında alınabilir rüzgar gücü potansiyeli 3 TW, alınabilir olarak hesaplanan ise 1 TW'dır. Rüzgâr enerjisi ticari olarak uygulanmakta olan bir yöntemdir. Ancak rüzgar enerjisi, doğal yapısı gereği, güvenilir bir enerji kaynağı olarak görülmemektedir. 2005 yılı verilerine göre, dünya elektrik enerjisi üretiminde rüzgar enerjisinin payı %0.58 olmuştur (Tüsiad,1998; IEA, 2007).

Rüzgar alanında yatırımı en çok Almanya ve İspanya çekmektedir, 2006 yılında AB rüzgar piyasasının %50'si bu ülkelerde faaliyet göstermiştir. Almanya, 2005 yılına göre %23'lük artışla (2233 MW) 20 000 MW sınırını geçmiştir. Kurulu güç bazında dünya lideri olan Almanya elektriğinin %5.5'ini rüzgar santrallerinden karşılamaktadır.

### Güneş Enerjisi

Dünya genelinde güneş enerjisinin brüt potansiyeli 178 000 TW' dır. Teorik olarak alınabilir potansiyel ise 50-100 TW seviyesindedir. Güneş enerjisi çeşitli şekillerde kullanılabilir. Yaygın şekilde doğrudan su ısıtma amaçlı kullanılabilir. Ancak genel enerji kullanımındaki payı çok düşüktür.

Dünyada güneş enerjisi kullanımını artırmakla beraber, güneş kaynaklı elektrik üretimi toplam üretimin %1'i civarına karşılık gelen 5000 MW değerindedir(UEA, 2006). Avrupa, Çin, Japonya ve ABD güneş panelleri üretimine geçmeye başladığından, maliyetlerin hızla düşmesi beklenmektedir. Bu durumda, talep artışıyla beraber, güneş endüstrisinin hızla gelişeceğini tahmin etmek mümkün olmaktadır.

### **Biomass Enerji**

Biomass bitki ve hayvan artıklarından oluşan organik hammaddedir. Odun biomasın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Odun kullanımı iki grup altında değerlendirilebilir. Gelişmiş teknolojik koşullarda yüksek verimle elektrik üretimi, diğeri ise küçük boyutlu pişirme ve/veya ısınma amaçlı tüketim. İkinci yol çok fazla kirletici emisyon yayan bir kullanım olurken, birinci yol verimli bir yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı olmaktadır. Biomastan elektrik üretiminde, yakma, gazlaştırma gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Burada 21. yüzyılın en önemli enerji kaynağı olacağı düşünülen hidrojen de biomastan üretilmektedir(WEC, 2007).

### **Jeotermal Enerji**

Jeotermal enerjiden buhar türbinleri ile elektrik üretimi 1913 yılından beri ticari olarak gerçekleştirilmektedir. Jeotermal enerjinin ortalama potansiyeli 30.6 TW güç rezervi civarındadır. Jeotermal enerjide güç maliyetleri, sıcaklık, derinlik, akışkan kimyası ve sondaj işleminin kolaylığı gibi faktörlere bağlıdır. ( Tüsiad, 1998, WEC, 2007).

### **Denizel kökenli**

Denizdeki ısı farklılık seviyeleri, dalga, gel-git hareketlerinden elektrik enerjisi üretiminde önemli gelişmeler sağlanmış olup geleceğe yönelik gelişmeye devam eden potansiyel bir kaynak olması yanında şu an gel-git santrallerinin uygulaması da yaygınlaşmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde, 2001 verilerine göre kaynak payları; hidrolik %91, biomas %5.7, jeotermal %1.8 ve rüzgar %1.4'dür. Güneşten elektrik üretimi %0.06, gelgitten elektrik üretimi ise %0.02 seviyesinde kalmıştır. Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında görünen bir artış söz konusudur. Ancak bu artışta gözden kaçan iki kaynak ağırlığı taşımaktadır. Mısırdan üretilen etanol ve çeşitli yağlardan üretilen biodizel. Bu ürünler gıda sektöründe ürün miktarı ve fiyat dengelerini olumsuz etkileyebilecek bir üretime kaynak olmaktadır.(WEC, 2007)

## **2.2. Fosil Yakıtlar**

Fosil yakıtlar petrol, doğal gaz ve kömürdür. Hâlihazırda enerji üretiminde en büyük pay fosil yakıtlara aittir. Revert / üretim oranına göre kömürün 200 yılın üzerinde, petrolün 40 ve doğal gazın 60 yıl ömrü olduğu öne sürülmektedir. Ancak teknolojik gelişmeler ve yeni geliştirilen rezervlerle bu süre bir miktar daha uzayabilir. (Mimurato, 2001).

Fosil Yakıtlar kısa ve orta vadede temel enerji kaynağı olmaya devam edecektir. Fosil yakıtlar içerisinde kömür ise en büyük kapasite ile her zaman istikrarlı bir kaynak olmaya devam

---

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

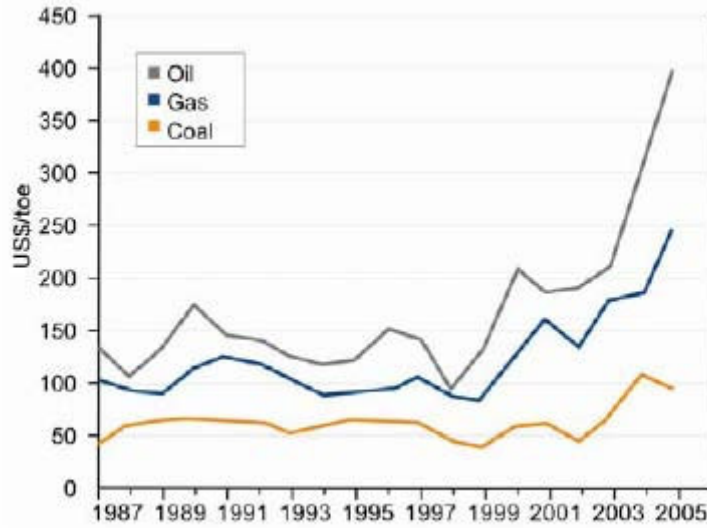


edecek görünmektedir. Bu Şekil 2'deki grafikten de açıkça görülmektedir. Doğal gaz ve petrol fiyatları hızla yükselirken, kömür fiyatları daha stabil kalmıştır. Ancak kömür kullanımının getirdiği çevresel etkiler ve bunun sonucu oluşan baskılar kömürün mevcut şekli ile kullanımına büyük engeller getirecektir. Bu baskılar ise kömürün daha verimli kullanımını sağlayacak ve sonuçta kömür en azından 2050 yılına kadar en önemli enerji kaynaklarından biri olmaya devam edecek görünmektedir.(WEC, 2007)

### 2.3. Nükleer Yakıtlar ve Nükleer Enerji

2005 verilerine göre dünya kanıtlanmış uranyum rezervi 3,3 milyon tondur. Yine 2005 üretimi 41 699 tondur. Nükleer enerji gelişmiş ve güvenli bir yöntem olmasına karşın, tamamen güvenli bir sistem üretilmeden, halkın tepkisinin ortadan kalkmayacağı ve yeni nükleer santrallerin kurulmasının zor olduğu görülmektedir. Son 20 yılda yapılmış olan tespitlere göre nükleer enerjinin çok büyük ve uzun vadeli bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Mimurato, 2001; WEC, 2007).

2006 yılında nükleer enerji üretimi %1,4 artarken, bu oranın üçte ikisi OECD ülkelerinden kaynaklanmıştır. Nükleer santrallerden ticari olarak elektrik üretimi 50 yıldan beri devam etmektedir. Ekim 2007 itibarıyla dünyada 31 ülkede ticari olarak işletilmekte olan 439 nükleer reaktörün toplam kapasitesi yaklaşık 371 GWe tir. Nükleer güç dünya elektrik talebinin yaklaşık %16'sını karşılamaktadır. (WEC-TNC, 2007)

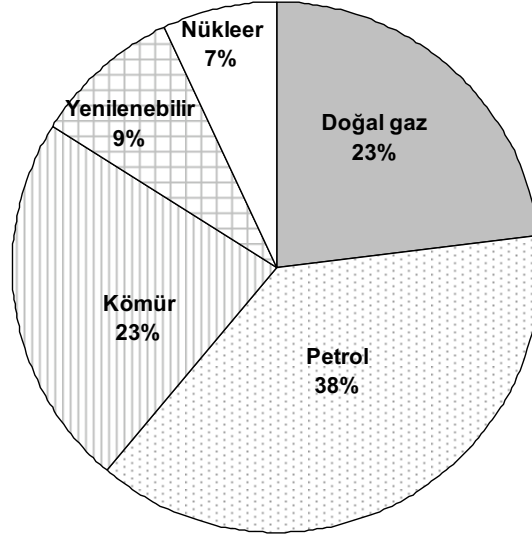


Şekil 2. Enerji Hammaddeleri Fiyat Gelişimi (1987-2005)

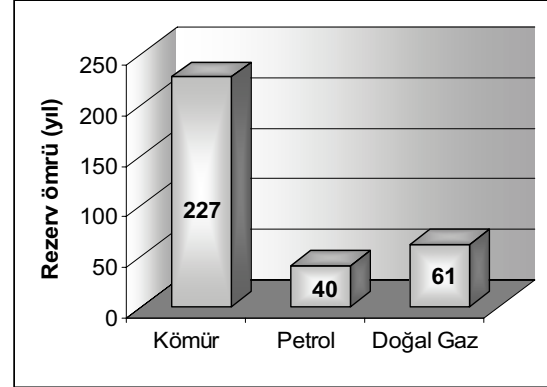
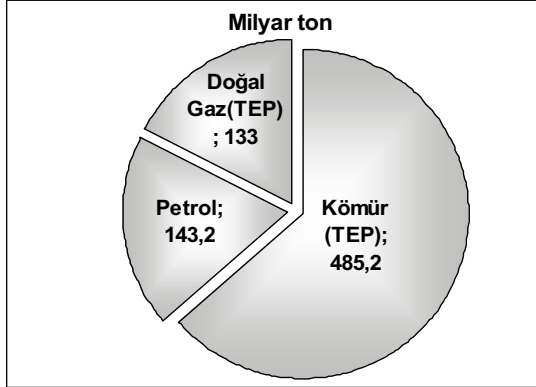
### 2.4. Kaynakların Değerlendirilmesi

Günümüzde kullanılmakta olan enerji kaynaklarının, toplam potansiyel içerisindeki dağılımları, kullanım oranları ve geleceğe yönelik trendler açısından birlikte değerlendirilmesi, kaynakların durumunu daha açık bir şekilde ortaya koyacaktır. İlk olarak tüketimdeki paylara bakacak olursak (Şekil 3), günümüzde en büyük payın fosil yakıtlara ait olduğu görülmektedir. (NPC,2006)

Tüketim oranlarının yanında kaynakların potansiyeline de bakılması, tüketimin kaynaklara göre nasıl bir gelişim trendi gösterebileceği konusunda bilgi vermektedir. Burada önemli olan tüketimin % 80'inden fazlasını oluşturan fosil kökenli yakıtların durumudur. Fosil yakıtların rezerv durumları ve rezervin tüketime bağlı olarak ömürleri Şekil 4'de verilmektedir. Bu grafiklerden de görülebileceği gibi, şu anda kullanılan enerji kaynakları içerisinde uzun vadede tek güvenilir kaynak kömürdür.



Şekil 3. 2005 Yılı Global Enerji Tüketim Payları. (IEA, 2006;NPC, 2006)



Şekil 4 (a). Dünya Fosil Yakıt Rezervleri (TEP) (b) Fosil Yakıt Rezervlerinin Ömürleri(3)

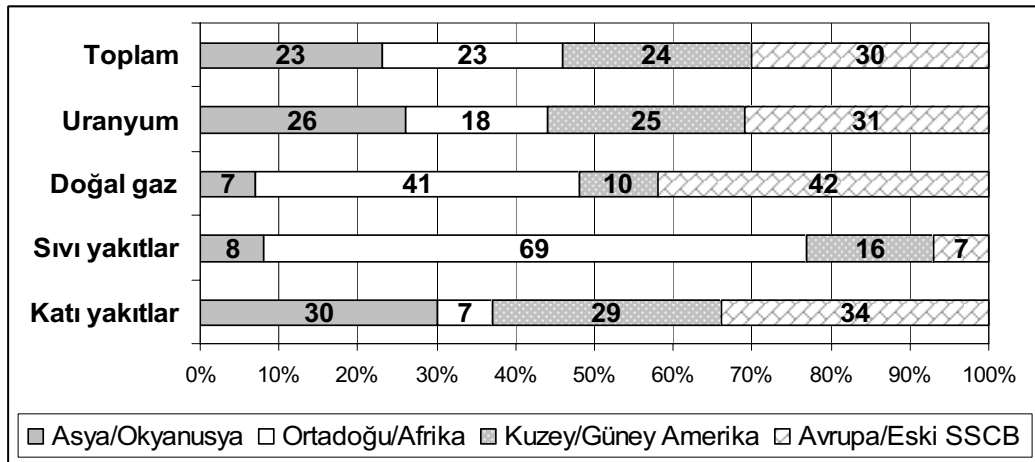
Fosil kökenli yakıtların kısa ve orta vadede en önemli kaynak olmaları, dünyadaki gelişmiş ve gelişmekte olan ve alternatif yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeline sahip ülkelerde bile fosil yakıtları başlıca kaynak yapmıştır. Tablo 1'de verilen 5 örnek ülke bunu açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Bazı Ülkelerdeki Elektrik Üretiminde Kaynak Payları (WCI, 2006).

	2003 yılı kurulu rüzgar gücü	Elektrik Üretimindeki Yakıt Payları (%)						
		Kömür	Güneş/ Rüzgar	Gaz	Hidro	Nükleer	Petrol	Diğerleri
Almanya	14.6 GW	50.7	4.2	10.3	3.4	27.9	0.6	2.9
ABD	6.4 GW	50.5	0.4	17.5	6.6	19.7	3.3	2.0
İspanya	6.2 GW	28.9	5.6	20.1	11.4	22.9	8.6	2.5
Danimarka	3.1 GW	46.4	16.5	54.2	0.07	-	4.1	8.7
Hindistan	2.1 GW	68.3	0.6	11.5	11.9	2.8	4.6	0.3

Enerji kaynaklarının kullanımında ve ülkelerin büyüme hedeflerinin belirlenmesinde enerji kaynaklarının varlığı ve temin imkânları, yani kaynak güvenirliliği önemli rol oynamaktadır. Mevcut enerji kaynaklarını bu anlamda irdelediğimizde, Şekil 5’de verilen grafikten, katı yakıtların (antrasitten turbaya tüm kömür türleri) dünyadaki dağılımının, Orta Doğu ve Afrika’da az olmasına rağmen, daha dengeli olduğu görülürken, doğal gaz ve petrolün çoğunluğunun Orta Doğu ve eski SSCB bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgelerdeki siyasi istikrarsızlık, petrol ve doğal gazın güvenilir olma yönünden riskli olmasına neden olmaktadır. Uranyum ise tüm bölgelerde oldukça dengeli bir dağılım göstermektedir.

Kaynakların güvenilir olmaması fiyatların değişken olmasına sebep olmakta, bu da güvenli bir ekonomik büyüme programının oluşturulmasına engel olmaktadır. Burada değerlendirilen verilerin ışığında, alternatif enerji kaynaklarının nükleer enerji ve fosil yakıtlarla yüksek maliyetleri nedeniyle rekabet edecek durumda olmadıkları, ayrıca günümüz şartlarında da yatırım açısından riskli oldukları görülmektedir. Bunun yanında nükleer enerjinin de atık sorunu ve kaza anında onarılmaz çevre problemleri yaratması nedeniyle ve teknolojik gelişmeler yeni açılımlar yaratmadığı sürece, yakın gelecekte, hem ekonomik hem de stratejik nedenlerden dolayı, fosil yakıtlar, enerji üretimindeki önemini sürdürecektir. (NPC, 2006)



Şekil 5. Fosil Yakıtlar ve Uranyum Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımları. ( www.deltur.cec.eu.int)

### 3. NEDEN KÖMÜR?

Kömür enerji üretiminde çeşitliliğin kritik bir dengeleyicisidir. Ekonomik ve sosyal gelişmenin sağlam bir temele dayalı olabilmesi için güvenli, sağlam ve güçlü bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Mevcut enerji üretiminde en büyük paya sahip olan kömürün önemi aşağıdaki şekilde vurgulanabilir.(Rohde, 1999)

- Kömür dünyadaki hâlihazırda kullanılabilir enerji kaynaklarının en bol olanıdır. Büyük kömür rezervleri 50'den fazla ülkeye dağılmış durumdadır.
- Kömür katı ve stabil yapılı olduğu için, taşınması, depolanması ve kullanımı en emniyetli fosil yakıttır.
- Büyük rezervler kömür kullanıcıları için her zaman bulunabilir güvenli ve rekabet içerisinde fiyatları oluşan bir kaynağı oluşturmaktadır.
- Kömür elektrik enerjisi üretimi için her zaman maliyet etkili rekabetçi bir yakıttır.
- Kömür rezervlerinin büyük çoğunluğu uluslararası ticareti engelleyecek siyasi dalgalanma ve çatışmaların olmadığı, rekabetçi piyasaların olduğu ülkelerdedir.
- Madencilik teknolojisinde bütün dünyada kullanılabilir büyük gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerle üretim kapasiteleri artmış ve buna bağlı olarak da enerji santrallerinin kömürün üretildiği yerde kurulma zorunluluğu azalmıştır.
- Uluslararası ticaret açısından, deniz yolu çok verimlidir ve kömür nakliyesi, talep artışını her zaman karşılayacak şekilde ve güvenle bu yolla yapılmaya devam edebilir.

Kömürün uzun vadeli kullanım açısından stratejik öneme sahip olması nedeniyle, kömürden kaynaklanan problemleri azaltarak, kömür kullanımının sürdürülebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Temiz kömür teknolojileri olarak isimlendirilen bu çalışmalar gelişmiş ülkeler tarafından sürdürülmekte ve desteklenmektedir.

#### 3.1. Temiz Kömür Teknolojileri

Enerji üretimi için kömür kullanımında oluşan zararlı emisyonları azaltmak ve birim kalori başına üretilen enerji miktarını arttırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve gelişmelerde devam etmektedir. Bunlardan bir kısmı endüstriyel uygulamaya girmişken, bir kısmı henüz araştırma safhasındadır.

Temiz kömür teknolojisi programları 3 ana konuda sürdürülmektedir(Dixon, 2000).

- Çevresel kontrol teknolojileri (SO<sub>2</sub> kontrol teknolojileri, NO<sub>x</sub> kontrol teknolojileri ve kombine SO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> teknolojileri ve toz emisyonunu düşürme teknolojileri)
- Temiz yakıt için kömür prosesleri (kömür hazırlama teknolojileri, hafif gazlaştırma, indirekt sıvılaştırma)
- İleri elektrik enerjisi üretimi (Düşük emisyonlu buhar kazanı sistemleri, basınçlı akışkan yataкта yakma, entegre gazlaştırma kombine çevrim, indirekt ateşleme çevrimi ve gazlaştırma-yakıt pili kombinasyonu, vb. gelişmiş yakma sistemleri)

Temiz kömür teknolojileri ticarileşmenin çeşitli kademelerine ulaşmış birçok teknolojiyi içermektedir. İlk olanlar süper kritik pulverize kömür üniteleridir. Bu üniteler kendini

kanıtlamış ve Danimarka, Almanya, ABD ve Japonya'da %45'in üzerindeki verimlerde kullanılmaktadır. Buna karşın yarı kritik ünitelerde verim %36-38'dir.

Ultra süper kritik üniteler gelişmenin bir sonraki adımı olacaktır. Japonya, Almanya ve Danimarka proje geliştirme çalışmaları sürmektedir. Verimin %50'nin üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir.

Atmosferik akışkan yataklı sistemler ticari olarak kendini kanıtlamıştır. Fakat boyut olarak limitlidir ve yarı kritik pulverize yakmaya göre verimde çok az iyileşme vardır. Çevresel performansı yüksektir, değişik niteliklerdeki kömürleri işleyebilir.

Basınçlı akışkan yataklı sistemler henüz gelişme aşamasındadır. Performansları Atmosferik akışkan yataklı sistemleri geçer duruma gelmiştir ve büyük kapasiteli ünitelerin kurulması mümkündür.

Entegre gazlaştırma kombine çevrim (IGCC) sistemi henüz gelişiminin başlangıç aşamasındadır. Şu andaki verimleri %43-45 arasındadır. Veriminin %50'ye varacağı beklenilmektedir. Emisyon oranları da daha düşüktür(Wilhelm, 1999).

### 3.2. Neden Doğal Gaz Limitli Kalmalı?

Doğal gaz temiz yakıt olması, katı atık ve toz sorunu yaratmaması, kömüre göre daha düşük CO<sub>2</sub> emisyonu yaratması gibi özellikleri nedeniyle tercih edilen bir yakıt olmaktadır. Boru hattı taşımacılığındaki gelişmelerle uzak mesafelere de kolaylıkla taşınabilir hale gelmesi nedeniyle hızla kullanımı yayılmıştır. Bunun yanında elektrik üretiminde de doğal gaz santrallerinin kuruluş süresinin ve yatırımın geri dönüş süresinin daha kısa olması, doğal gaz santrallerinin de hızla yayılmasına sebep olmuştur (Esser, 1999).

Peki, bu avantajlar ne kadar gerçekçi ve güvenlidir? Doğal gaz Türkiye'de 2006 yılında 907 milyon m<sup>3</sup> üretilmesine karşın 31313 milyon m<sup>3</sup> kullanılmıştır. Yani yerli üretimin tüketim içerisindeki payı %2,89'dur. Diğer bir deyişle dışa bağımlı olduğumuz bir enerji türüdür (energy.gov.tr;WEC-TNC, 2007).

Türkiye doğalgazı, Rusya, Cezayir (LNG), Nijerya (LNG), İran, Türkmenistan, Azerbaycan'dan almakta ya da almak için hazırlıklarını sürdürmektedir. Ortak özellikleri stabil olmayan yapıları olan bu ülkeler, enerji üretiminde doğal gaza ayrılan payın neden riskli olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak;

- Doğal gaz büyük miktarlarda depolaması çok özel şartlar isteyen, taşınması kullanımı da riskler taşıyan bir yakıttır. Boru hatlarının doğal felaketler ya da terörist saldırılarla tahrip olması ihtimali önemli bir risktir. Yine daha küçük kapasiteli kullanımlar için kent içi boru hatları da güvenlik açısından risk taşımaktadır.
- Doğal gaz daha çok politik ve ekonomik açıdan çalkantılı bölgelerde yoğunlaştığı için, fiyat ve piyasa açısından geleceği net tahmin etmek mümkün değildir.

- Doğal gazla güç üretim santrallerinin kısa sürede kurulması ve yatırımın geri dönüş zamanının daha kısa olması, yatırımcılar açısından cazip görülmektedir. Ancak rekabetçi piyasa koşullarında, yakıt maliyetinin kömüre göre daha yüksek olması, uzun vadede kömüre göre daha pahalıya enerji üretimine neden olmaktadır.
- Günümüzde doğal gazın kömüre nazaran daha temiz yakıt olması nedeniyle tercihi kolaycı bir yol olmaktadır. Birçok ülke gelecekte kendisini stratejik açıdan sıkıntıya sokacak bu kolaycı yolu seçmek yerine, kendi öz kaynaklarını devreye almaya çalışmakta ve bunun için kısa vadede pahalı da olsa, yeni teknolojik yatırımlar tercih edilmektedir. Bu gün dünyanın en gelişmiş ülkesi ABD ve hızla gelişmekte olan Çin, gelecekteki enerji senaryolarında kömüre büyük önem vermektedirler.
- Kömürün dezavantajı olan gaz ve toz emisyonları ile katı atıklar, yeni temiz kömür teknolojileri ile önemli oranda azaltılabilmektedir. İlk anda pahalı gibi görünen temiz kömür teknolojilerinin kullanımı, uzun vadede ekonomik olmaktadır. Burada tek sorun, ilk yatırımın geri dönüş süresinin doğal gaza göre çok daha uzun olmasıdır. Bu da yatırımcı açısından sıkıntı yaratabilmektedir.

#### 4. TÜRKİYE NE YAPMALIDIR?

Ülkemiz enerji güvenliğini planlarken ayrıca enerji verimliliği üzerinde de çok durmamız gerektiği açıktır. Enerji verimliliğinde en önemli göstergelerden birisi enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla başına tüketilen Birincil Enerji Miktarını temsil eden bir göstergedir.

Ülkemiz enerji yoğunluğunun OECD'nin gelişmiş ülkelerine göre çok yüksek ve kişi başına enerji tüketiminin de OECD ortalamasının  $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olduğu görülmektedir. Türkiye'nin enerji yoğunluğu 0.38'dir. Buna karşın Japonya 0.09, Almanya 0.13, İtalya 0.14'dür. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla üretimi ülkemize göre çok fazla olan bu ülkeler, bu hasılayı üretmek için bize göre çok daha az enerji kullanmaktadırlar. Buradan enerji verimliliğini artırmak da Türkiye için öncelikli bir hedef olmaktadır.

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal yaşamının en önemli kaynağı olan enerjinin kaynak bazında güvenilirliği çok önemlidir. Enerji kaynakları açısından başka ülkelere aşırı bağlı ve kişi başına milli geliri çok yüksek olmayan ülkeler, her zaman risk altındadır. Doğal gaz gibi depolanması ve taşınması büyük riskler taşıyan, anında kesilebilen tamamına yakını yurtdışı menşeli bir kaynağın elektrik üretiminde %48'e varan bir orana çıkması büyük bir tehdittir. Doğal gazın başlıca üreticilerinden olan Rusya'da bile bu oran %15 civarındadır. Bu durum acil önlemlerin alınması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Elbette ki ülkemizi global yaklaşım dışında tutmak mümkün değildir. Bilindiği üzere, karbon piyasaları, yenilenebilir enerji sektörü yatırımlarını artırmaktadır. 2012 sonrası ülkelerin aldıkları yükümlülüklerin artması, piyasaların ve dolayısıyla yenilenebilir enerjinin önemli ölçüde gelişmesine neden olacaktır.

Türkiye'nin yakıtlar bazında dışa bağımlılığı 2006 yılında %71 seviyelerine ulaşmıştır, ayrıca talepteki yüksek artış enerji arzı sıkıntısı yaratmaktadır. Dünyada enerji kaynaklarının

---

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

bulunduğu bölgelerdeki istikrarsızlık gelecek dönemde özellikle doğalgaz fiyatlarında büyük istikrarsızlıklarla karşılaşma tehlikesini de beraberinde getirmektedir, birçok uluslararası kuruluşun tahminleri, doğalgaz fiyatlarının hızla artacağı yönünde iken, Türkiye'nin yerel kaynağı olan kömürü daha az kullanması uygun bir seçenek değildir. Bu durumda, verimli teknolojinin geliştirilmesi ve ülkenin yerel enerji kaynakları tanımlamasının içinde, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasının da telaffuz edilmesi gerekmektedir. (Örücü, 2007)

Enerji üretim yapımızı yerel enerji kaynaklarına yöneltmediğimiz durumda, dünyanın kaygıyla izlediği enerji sektöründeki belirsizliklerin yarattığı tehdit, yıllık %4 artan enerji talebimizle birleştiğinde, dışa bağımlı ülkemiz için arz sıkıntıları doğacaktır. Azalan enerji kaynaklarının yaratacağı rekabet, fiyatları yükseltecek, bazı ülkelerin politik süreçte enerjiyi stratejik bir güç olarak kullanmalarına neden olacaktır. Yenilenebilir enerji üretiminin artırılması sadece emisyon azaltımı ve temiz enerji üretimi amaçlarından ziyade, yaratacağı iş imkanı, teknoloji gelişmeleri, ihracat ve dışa bağımlılığın azaltılmasına hizmet edecektir. Diğer yandan, dünyada ve Türkiye'de hızla gelişen sektörün ekipman talebindeki artış, ülkemizde de enerji teknolojilerinin geliştirilmesi konusunda fırsatlar barındırmaktadır. Bilindiği üzere, 2006 yılında yürürlüğe giren yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına yönelik kanunla, yerli enerji endüstrileri desteklenebilecektir. (Örücü, 2007; CIAB, 2005),

Gelişmekte olan ülkelerin enerji üretiminde, gelişmiş olan ülkelere göre farklılıkları vardır. Gelişmiş ülkelerde mevcut kurulu tesisler enerji üretmeye devam etmekte, buralardan ayrılabilen fonlarla temiz enerji teknolojileri üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin bu tür araştırmalara ayırabilecek fonları olmadığı gibi genelde pahalı olan bu yöntemlere yönelmeleri de zordur. O nedenle gelişmekte olan ülkelerde öncelikli birinci hedef özkaynakların kullanımı olmalıdır. Bu anlamda Türkiye'nin öncelikli hedefi enerji çeşitliliği içerisinde özkaynakların payını yükseltici tedbirleri almaktır. Yapılması gerekenleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- Türkiye'de enerji üretiminde kontrolü elinde olmayan doğal gaz riskli olabilecek düzeyde bir bağlanma söz konusudur. Oysa doğal gaz kaynağı olan ülkelerde bile bu pay %15'i pek aşmamaktadır. Bu gidişattan vazgeçilmeli ve ekonomik ve sosyal büyümenin gereği, enerjide güvenli bir gelecek kurulmalıdır.
- Ülkemizde bulunan yaklaşık 10 milyar ton linyit ve 1.3 milyar ton taş kömürü, enerji üretiminde muhakkak ön planda tutulmalıdır. Bu kaynakların kullanımı için devlet gerekli teşvikleri sağlamalı, daha çevreci enerji santrallerinin kurulmasını teşvik edici tedbirleri almalıdır.
- Güç santrallerinin özelleştirilmesinde, yeni yatırımlarda temiz kömür teknolojileri şart koşulmalı, eski yatırımlar içinde revizyon, yeni emisyon değerlendirme kısıtları ile önkoşul olmalı ve devlet bunu teşvik etmelidir.
- Yatırımın geri dönüş süresi doğal gaz göre daha uzun olan temiz, yüksek verimli ve daha düşük emisyonlu kömür teknolojilerini devlet özendirici teşviklerle tercih edilir hale getirebilmelidir.
- Ülke kaynaklarının yetersiz kalması durumunda doğal gaz büyük oranda bağlanmak yerine, ithal kömüre dayalı santraller da tercih edilmelidir. Rekabetçi piyasaya

---

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

koşulları içerisinde kömürü devamlı ve ekonomik olarak temin etmek her zaman mümkündür.

- Bundan sonraki kurulacak termik santrallerin kojenerasyon sistemiyle olması ve çevredeki yerleşim yerleri ile sanayinin ısı ihtiyacının buradan sağlanması teşvik edilmelidir. Böylece kontrolsüz bireysel yakıt kullanımının yarattığı yüksek emisyon ve düşük verimler de ortadan kalkacaktır.
- Çağdaş yaşamın gereği kontrolsüz ve verimsiz bireysel yakıt kullanımını engelleyecek yasalarla, kentlerde merkezi ısı santralleri ile daha düşük emisyonlu sistemlerin kurulması hedeflenmelidir. Özellikle bu sistemlerin belli bir kapasitenin üzerinde olması sağlanarak, aynı zamanda elektrik üretimi de sağlayan sistemler, dünyadaki örneklerde olduğu gibi teşvik edilmelidir.

## SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma ve ülke vatandaşlarının daha refah, daha sağlıklı ve iyi eğitim alabildikleri bir yaşamı için daha fazla enerji üretmek ve enerjinin etkin kullanımı şarttır. OECD raporuna göre, 2005’de Türkiye’de kişi başına elektrik üretimi 1898 Wh olarak gerçekleşmiş, aynı dönemde ABD 13640 Wh ile başı çekerken, OECD ortalaması ise 8365 Wh olmuştur(WEC, 2007). Görüldüğü gibi bu konuda oldukça kötü bir durumda olan ülkemizde birde krizlerin yarattığı sıkıntı nedeniyle sanayinin daha az elektrik kullanılır hale gelmesine bağlı olarak sanki bu düşük değerle bile bir kapasite fazlalığı varmış gibi bir görüntü oluşmuş ve kömüre dayalı termik santrallerle, hidrolik santrallerde enerji üretimi azaltılmıştır. Bunun sonucu olarak da yapılmış olan anlaşmalar gereği devreye giren doğal gaz santralleri fiili elektrik üretiminde ağırlığı elde etmişlerdir. Türkiye enerji çeşitliliği anlamında doğal gazı belli bir oranda muhakkak kullanılmalıdır. Ancak bu kullanım oranı enerji güvenilirliğini tehdit eder boyutta olmamalıdır.

Ülkemizde en önemli ulusal kaynak olan kömür enerji üretiminde optimal kullanılmalıdır. Bu amaçla belirlenmiş sahaların rezerv geliştirme çalışmalarının yanında olası sahaların araştırılması ile kömür potansiyeli olabildiğince belirlenmeli, bu potansiyelin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için planlama yapılmalıdır. Verimli kullanımda birim kalori başına elde edilen faydalı enerjinin artırılması, emisyonların azaltılması temel hedeftir. Buna hizmet edecek yollar çeşitlidir. Kömür hazırlama-zenginleştirme, gazlaştırma, temiz kömür teknolojileri vb., yöntemler ayrı ayrı ya da kombine uygulanabilir.

Kısa vadede ilk yatırım tutarı ve geri dönüş süresinin kısalığı gibi avantajları nedeniyle cazip olan doğal gaza dayalı enerji üretimi, uzun vadede artan talepler, siyasi dalgalanmalar vb nedenlerden dolayı fiyat artışına bağlı olarak, pahalı bir yöntem olmaya başlayacaktır.

Bundan sonra kurulacak enerji santrallerinde kojenerasyon tercih edilmeli, en azından yeni yerleşim yerlerinin bu sistemle ısıtılması sağlanarak, enerji verimi artırılmalıdır.

Enerji güvenirliliği açısından kömüre önem verilmeli, ancak ana kaynak kömür olmak koşuluyla, yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji de, enerji çeşitliliği içerisinde muhakkak değerlendirilmelidir.



Bütün bunların yanında kömür madenciliğinin ülke gelişmesine doğrudan ve dolaylı birçok katkısı vardır. Büyük miktarda istihdam yaratır. Kömür madeninin bulunduğu yörede kırsal alanda yaşayan insanların yaşam düzeyinin gelişmesini sağlar. Yarattığı istihdam ve katma değerle yöresel fakirliğin azalmasını sağlar.

## KAYNAKLAR

BAUER, C.O., Developing Clean Coal Technology, Environmental Science and Technology, January 1, 2003.

DIXON, T, et al, Cleaner Coal Technologies and the Clean Development Mechanism, European Comiisison, Directore-General for Transport and Energy, October 2000.

ESSER, F.H., Is coal merely a “necessary evil” for the short term, or is it a resource which must be nurtured for long term use, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

GARDINER, J., The cost of coal: critical factors affecting future trends, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejilerinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık 1998.

MIMUROTO, Y., The Role of Coal in Energy Security, IEEJ, November 2001.

Örücü, A.Y., Alp, K; İklim Değişikliği Sürecinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2007.

PIRVOLA, I., Trends in utilization of renewables energy sources and their effect on consumption of coal in the EU and in Finland, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

ROHDE, P., What could shape-up as biggest surprise to influence the future demand for coal, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

TOPPING, J.C., A Future Powered by Coal, 18 April 2001.

Clean Energy Technologies for the Americas, Final Report, Hemisphreic Energy Symposium, December, 1996.

TSUCHIKAWA, T., How coal is positioned in the energy mix in Asia, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

WILHELM, R.E., The challenge of coal techology transfer, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

[www.energy.gov.tr](http://www.energy.gov.tr)

---

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Coal, Energy information Administration/International Energy Outlook 2002.

Avrupa Birliği Enerji Politikası, Avrupa komisyonu Türkiye Temsilciliği.  
www.deltur.cec.eu.int

www.wci-coal.com

Clean Coal technology, web.bryant.edu/~langlois/ems/website/cleancoal1.html

www.TKİ.gov.tr

ETKB, 2006, Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Grubu Raporu

Reducing Greenhouse Gas Emissions, *The Potential of Coal, CIAB 2005*

IEA, World Energy Outlook 2006.

WCI, World Coal Institute, Response to the January 2006, DTI, Energy Review, April, 2006.

WEC, Survey of Energy Resources, World Energy Council, 2007.

IEA, Key World Energy Statistics, 2007.

UEA 2006 Report.

WEC-TNC, World Energy Council, Turkish National Committee, 2005-2006 Türkiye Enerji Raporu.

NPC, Facing the Hard Truth About Energy, 2006.

## İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN İHTİYACI OLAN AGREGANIN İŞLETİLMESİ VE KENTSEL FAYDALARI

Doç. Dr. Gürcan KONAK  
gurcan.konak@deu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet Hakan ONUR  
ahmet.onur@deu.edu.tr

Araş. Gör. Dr. Doğan KARAKUŞ  
dogan.karakus@deu.edu.tr

### GİRİŞ

Şehirlerin büyüklüklerinde ve sanayileşmelerinde değerlendirme kriterlerinden birisi inşaat sektörüdür. İnşaat sektörü hammadde ihtiyacını kent sınırları içinden karşılayarak birçok sektörün tetikleyicisi olmakta ve sanayileşme sürecinde ivmeyi arttırmaktadır. İnşaat sektörünün ihtiyacı olan doğal taşlar; çimento hammaddeleri (kireçtaşı, alçıtaşı ve alçı), yapı malzemeleri (tuğla, kiremit toprakları) ve agrega (kireçtaşı, kum-çakıl, mıcır) olarak sınıflandırılabilir. Bu hammaddelerin üretimleri 2004 yılında yapılan 5177 sayılı değişiklik ile son halini alan 3213 sayılı Maden kanunu kapsamında yapılmakta ve genel olarak Kalker İşletmeciliği olarak adlandırılmaktadır.

Kalker ocaklarında üretimi yapılan kireçtaşının ülkemizde rezerv miktarları açısından sıkıntı olmamakla birlikte birim maliyetler içinde nakliye giderlerinin fazla olması, rekabet koşulları ayrıca çevre sorunları ile birlikte yasal izinler gibi nedenlerle faydalanabilir rezerv kısıtlanmaktadır. Bunun yanında miktar olarak, kireçtaşı üretimi %58 pay ile tüm maden üretimi içinde birinci sırada, pazar değeri olarak petrol, doğalgaz ve kömürden sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Öztürk vd, 2007).

Kalker ocakları ve altyapı işleri inşaat sektörü ile doğrudan ilişkili oldukları için temin edilmesi bölgesel olarak değerlendirilmelidir. Burada sunulan çalışmada da İzmir İli inşaat sektörü hammadde ihtiyacını karşılayan kalker işletmelerinin gerekliliği ve sorunları ortaya konularak kentsel faydaları tartışılmıştır.

### KİREÇTAŞI VE ÜRETİM YÖNTEMİ

#### Kireçtaşı

Kalker işletmelerinde genellikle kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan oluşan kireçtaşı üretimi yapılır ve kalsiyum karbonat oranını baz olarak yapılan sınıflamaya göre kireçtaşı cinsleri şöyle sıralanır:

Çok yüksek kalsiyumlu kireçtaşı (KT)	: $\text{CaCO}_3$ : min. % 97
Yüksek kalsiyumlu KT	: $\text{CaCO}_3$ : min. % 95
Yüksek karbonatlı KT	: ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ) : min. % 95
Kalsitik KT	: $\text{MgCO}_3$ . % 5
Magnezyumlu KT	: $\text{MgCO}_3$ . % 5 - 20
Dolomitik KT (Dolomit)	: $\text{MgCO}_3$ . % 20 - 40
Yüksek magnezyumlu dolomit	: $\text{MgCO}_3$ . % 40 – 46

Kireçtaşının birçok kullanım alanı olmakla birlikte tüketimin en yoğun olduğu sektörler aşağıda verilmektedir.

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- Hazır beton yapımında
- Yol yapımı ve dolgu işlerinde
- Çimento üretiminde
- Kireç üretiminde

Bu alanlardan en fazla tüketim payına % 40-70 oranıyla hazır beton yapımıyla birlikte yol yapımı ve dolgu işleridir. Bu amaçla kullanılacak olan kireçtaşı; temiz, kuru, kübik formda, yüksek aşınma mukavemetine ve sertliğe sahip olmalıdır. Bu alanda kullanılan yıllık mıcır miktarı, dünyada yaklaşık 1.5 milyar ton/yıl; Türkiye’de ise yaklaşık 280 milyon ton/yıl civarındadır. Bu değer, Türkiye’deki toplam kireçtaşı üretiminin yaklaşık % 75’ ine karşılık gelmektedir (DPT, 2001).

Kireçtaşının ikinci büyük kullanım alanı çimento ( $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) üretimidir. Çimentonun ana hammadde girdisi % 80’ e varan oranlarla düşük magnezyumlu (en fazla % 5) kireçtaşıdır. Bir ton çimento üretimi için yaklaşık bir ton kireçtaşına ihtiyaç vardır. Dünyada çimento üretimi yaklaşık 1.5 milyar ton/yıl olup Türkiye’de bu miktar 2007 yılı itibariyle 49 milyon 255 bin tondur. Diğer bir deyişle toplam kireçtaşı üretiminin % 15’ i bu amaçla tüketilmektedir (DPT, 2001).

Sönmemiş kireç üretimi için kullanılan yıllık kireçtaşı miktarının dünyada 750 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (DPT, 2001).. Türkiye’ de ise bu miktar kabaca 15 milyon ton/yıl civarında olup, toplam kireçtaşı üretiminin % 4 üne tekabül eder.

Türkiye genelinde Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) kayıtlarına göre sayıları yaklaşık 2750 adet olan kalker işletmesinde başlıca üç tip kayacın üretimini yapmaktadırlar. Bunlar sedimenter kökenli karbonat kayaçlar ( kireçtaşı, dolomit ve kalsit), detritik kayaçlar(kumtaşı vb.) ve volkanik kökenli kayaçlardır (bazalt ve andezit). Karbonat kökenli kayaçların sınıfına giren kireçtaşı toplam üretim miktarı içinde %96 paya sahiptir (Öztürk vd., 2007).



Şekil 1. Türkiye Genelinde Taşocağı İşletmeleri (MİGEM Ruhsat Cins ve Sayıları) (Öztürk vd. 2007)

## Üretim Yöntemi

Kireçtaşı üretimi genellikle açık işletme yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Üretim, çalışma yerinin topografyasına bağlı olarak tekli veya çoklu basamaklar şeklinde yapılmaktadır. Kırmataş üretiminde kazı ve yükleme öncesinde hammaddenin patlatma işlemi ile gevşetilmesi gerekmektedir. Kalker ocakları üretiminde kullanılan galeri patlaması, teknolojik gelişmelere paralel olarak yerini düzenli basamaklar oluşturarak delme-patlatma yöntemine bırakmıştır. Galeri patlaması, nihai ürünün tane boyutunun büyük olması, düzgün basamakların oluşturulamaması ve en önemlisi bu yöntemle oluşan şiddetli sarsıntıların çevresel etkileri nedeniyle önerilmemektedir. Delme-patlama yönteminde bir veya birden fazla sıralı delikler açılarak patlayıcılarla doldurulur ve ateşleme yapılır. Delinen deliklerin çapları, derinliği ve aralarındaki uzaklık formasyonun niteliğine, basamak yüksekliğine ve günlük üretime göre değişir. Ocaktan alınan patlatılmış malzeme kırma eleme tesislerine taşınarak kırmataş standartlarındaki tane boyutlarına elenerek ayrılır. Ocak işletmeciliğinde kullanılan iş makineleri aşağıda verilmektedir.(DPT, 2001).

- Delici (Vagondrill veya truckdrill)
- Yükleyici (Lastik tekerlekli veya paletli)
- Damperli Kamyon
- Kırıcı
- Elek Ve Konveyör

ABD'de kırma taş üretiminin % 5'i yeraltı işletmesi ile elde edilmekte olup Türkiye'de tamamı açık ocak işletmeciliğiyle elde edilmektedir. İdeal açık işletmecilik önce toprak ve bitki örtüsünün kaldırılıp yakın bir yerde depolanması, üretim sonrası işletilen ocak sahasının tekrar bitkilendirilmesi şeklinde olmalıdır. Son yıllarda gelişen özel kesici uçlar yardımı ile açık ocak işletmelerinde kazı ve yüklemeyi aynı anda yapan, delme-patlatma işlemlerini ortadan kaldıran ve bu nedenle yerleşim birimlerine daha yakın ocak açmayı mümkün kılan makineler ( continous miner) kullanıma sunulmuştur.

İşletmelerin kendi koşullarına göre değişkenlik göstermekle beraber bir kalker ocağının üretim maliyetleri yüzde olarak yaklaşık değer aralıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üretim Maliyetleri Yaklaşık Değer Aralıkları

Gider kalemi	Gider payı (%)
Elektrik	8-10
Patlatma	5-8
Mazot	18-20
Nakliye	16-20
İşçilik	16-20
Vergi + sigorta	4-6
Yedek parça + yenileme	6-8
Amortisman	10-12
Yönetim giderleri	8-10
Finansman giderleri	3-5
Çevre harcamaları	1-3
Orman giderleri	1-3
Devlet hakkı + mad. Fonu	4

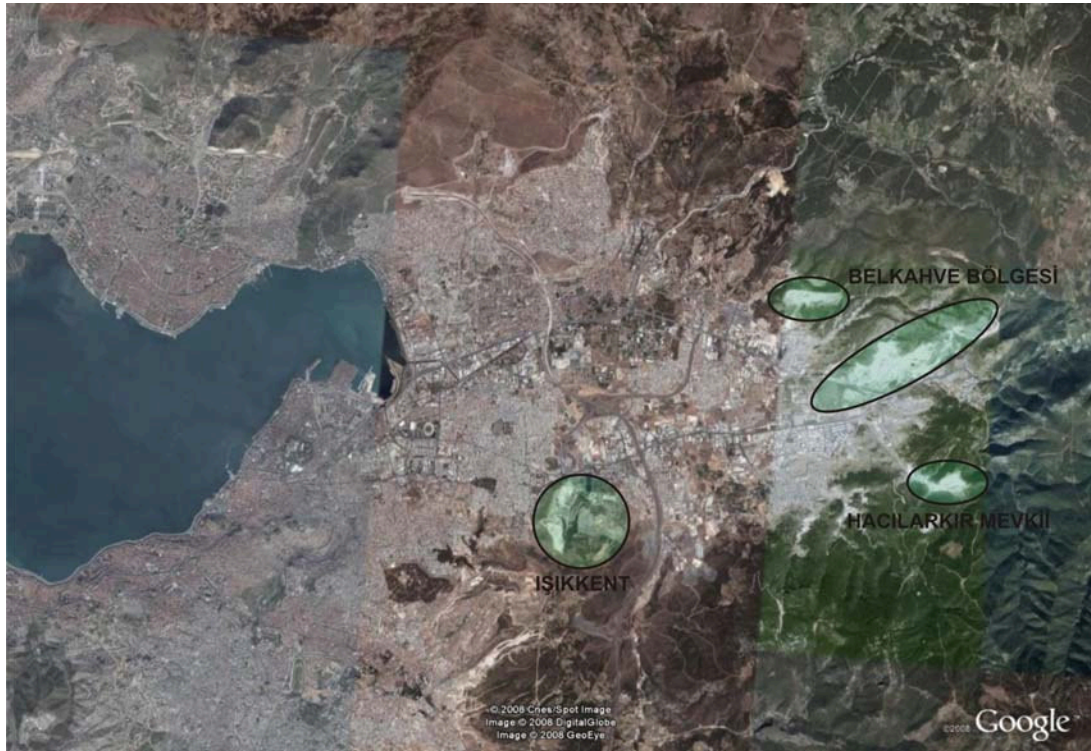
\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## Yasal Mevzuat

2004 yılına kadar 1901 sayılı Taş Ocakları Nizamnamesi veya 3213 sayılı Maden Kanunu esaslarına göre üretim yapan kalker ocaklarında iki ayrı mevzuatın olumsuzlukları hem kamu yararı hem de işletmeler açısından yaşanmıştır. 2004 yılında kireçtaşı ve yapı hammaddeleri üretimleri 5177 sayılı *Maden Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun* ile tek mevzuat altında toplanmıştır. Tek kanun tek merci felsefesi ile hazırlanan kanunda özellikle tanım farklılıklarından kaynaklanan belirsizlikler ortadan kaldırılmış daha önce Kanun kapsamında yer almayan bazı endüstriyel hammaddeler de (kalker, tras,tuğla-kiremit kili, marn vb.) kapsama alınarak bunlarla ilgili sorunlar da giderilmiştir. Bunun yanında 3213 sayılı Kanunda ruhsat iptalleri ile ilgili maddeler yeniden düzenlenerek işletmelere daha fazla ruhsat güvencesi sağlanmıştır. Aynı zamanda 5177 sayılı kanunda öngörüldüğü gibi Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliği ve Maden Kanunu İzin Yönetmelikleri hazırlanarak uygulamaya konulmuştur.

## İZMİR İLİ KALKER OCAKLARI

Türkiye'nin üçüncü Ege Bölgesinin birinci büyük şehri olan İzmir İli inşaat sektörü ihtiyacı olan kireçtaşı üretimini il sınırları içerisinde karşılamaktadır. Küçük üretim kapasiteli bir kaç ocağın dışında İzmir bölgesi kireçtaşı ihtiyacı yoğun olarak Belkahve Bölgesi, Hacılarkırı Mevkii ve Işıkkent bölgesinden sağlamaktadır. Bu bölgelerde faaliyet gösteren altı firma İzmir metropolünün ihtiyacı olan yaklaşık 20 milyon ton kireçtaşı üretiminin % 90'nını temin etmektedir. Ayrıca ilin ihtiyacı olan doğal kum -çakıl şehre yakın olan Manisa-Turgutlu bölgesi ve Kemalpaşa İlçesi doğusunda faaliyet gösteren beş firma tarafından temin edilmektedir.



Şekil 2. İzmir İli Kalker Ocakları Üretim Alanları

## Üretim Miktarları ve Maliyetler

Ülkemizde istatistiki verilerin toplanması ve bazı bilgilerin ortaya konulması henüz çok yetersiz olmakla birlikte üretim miktarları ile ilgili, MİGEM verileri, Devlet İstatistik Enstitüsü verileri ve kısmen şirketlerin pazar araştırmaları kullanılarak yaklaşımlarda bulunmak yanlış olmamaktadır. Buna göre 2007 yılı verilerine göre İzmir İlinde yıllık kalker ihtiyacı 20 milyon civarındadır. Kalker inşaat hammaddesi olarak hazır beton tesislerinde, yol ve altyapı çalışmalarında ve çimento üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) verilerine göre İzmir İlinde bulunan yaklaşık 15 adet hazır beton tesisinde 2007 yılı verilerine göre 3 538 000 m<sup>3</sup> üretim yapılmıştır. Hazır Beton mutlak hacim olarak, %75 oranında agrega, %10 oranında çimento ve %15 oranında sudan oluşur. Buna göre 3 538 000 m<sup>3</sup> hazır beton üretiminde hacimce yaklaşık 2.9 milyon m<sup>3</sup> agrega kullanılmıştır. Kireçtaşının ortalama yoğunluğu 2.65 ton/m<sup>3</sup> olarak kabul edildiğinde, İzmir ilinde 2007 yılında hazır beton tesislerinde yaklaşık 8 milyon ton agrega tüketilmiştir.

İzmir İlinde bulunan iki çimento fabrikası üretimde hammadde olarak kullandıkları kireçtaşını bölgedeki kalker ocaklarından karşılamaktadır Bir ton çimento üretimi için yaklaşık bir ton kireçtaşına ihtiyaç olduğu düşünülürse yıllık 5 milyon ton kireçtaşı çimento fabrikalarında hammadde olarak kullanılmaktadır.

Sürekli artan kentleşmeyle birlikte kentin ihtiyacı olan yol altyapı ve asfalt üretiminde ise 2007 yılında yaklaşık 5 milyon ton agrega kullanıldığı düşünülmektedir. Buna göre İzmir metropolünde üretilen kireçtaşının kullanım alanlarına göre dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İzmir İli 2007 Yılı Kireçtaşı Tüketim Miktarları

Kullanım Alanı	Miktarı (ton)	Oranı (%)
Hazır Beton Üretiminde	8 000 000	% 40
Çimento Hammaddesi	5 000 000	%25
Yol- altyapı ve asflat yapımı	5 000 000	%25
Diğer	2 000 000	%10

Üretim maliyetleri açısından incelendiğinde kalker işletmelerinin birim maliyetleri rekabet koşulları, nakliye giderleri ve çevresel etkilere göre değişmekle birlikte 4–6 YTL/ton arasındadır.

## Doğal Taşların İşletilmesi

Sanayileşmenin ve kentsel refahın artırılması için İzmir İli inşaat sektörünün ihtiyacı olan kalker kendi sınırları içinden karşılamalıdır. Mevcut kalker ocakları ile birlikte rekabet koşullarının sağlanması için yeni kalker ocakları açılarak sektörün ihtiyacı olan hammaddenin üretimi sağlanmalıdır. Bu kapsamda mevcut ve yeni açılacak ocaklar için doğal taşların işletilmesi ile ilgili önemli hususlar aşağıda verilmiştir.

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## **Mevcut Kalker Ocaklarının İşletilmesi**

Kalker ocaklarında sürekli yapılan delme, patlatma, kırma ve eleme işlemleri doğrudan Maden İşletmeciliği çalışmalarını kapsamaktadır. Projelerin hazırlanması ve uygulanması aşamasında, çalışan taşocağının kapasitesine bağlı olarak en az bir Maden Mühendisi'nin daimi nezaretçi olarak görev yapması zorunlu olmalıdır.

Üretim çalışmaları sırasında galeri patlatmaları kesinlikle yapılmamalı, basamaklar şeklinde üretim yöntemi uygulanmalıdır. Ayrıca, yapılacak patlatmalar sırasında çevreyi ve işyerini en az etkileyecek patlayıcı madde miktarının belirlenmesi için araştırmalar yapılmalıdır. Periyodik olarak ölçümler yapılarak patlatmadan kaynaklanan vibrasyon (yer sarsıntısı) ve gürültünün standartlar içerisinde kalması sağlanmalıdır.

Üretim çalışmaları sırasında en fazla toz kırıcı tesislerinden ve nakliye yollarından çıkmaktadır. Toz kaynaklarının iyi tespit edilerek azaltıcı yönde önlemler alınmalıdır. Örneğin nakliye yollarının özellikle yaz aylarında periyodik olarak ısıtılması oluşan tozu önemli miktarlarda azaltmaktadır. Ocak dışı nakliye yolları asfaltlanarak toz oluşumu önlenmelidir.

Ocaklarda gözlenen kalkerlerin, jeomekanik özellikleri, süreksizlik yapıları, (tipi, sıklığı, aralığı) süreksizlik dolgu türü, süreksizlik eğim yönleri ve eğimleri, su durumu şev açılarının belirlenmesine yönelik kriterlerden bir bölümüdür. Ocaklarda bu süreksizlik yapılarının durumları iyice etüt edildikten sonra genel şev açısı (işletme açısı), basamak şev açısı, basamak yüksekliği ve genişliği ile ilgili boyutlandırmaya gidilerek oluşturulacak basamaklar halihazır harita üzerine işlenmelidir.

Ocak faaliyetlerinden sonra tahrip edilen, doğal ve ekolojik dengesi bozulmuş araziye tekrar eski haline döndürmek olası değildir fakat eski durumuna en yakın konumuna döndürmek için rekültivasyon çalışmaları yapılmalıdır. Rekültivasyonun amacı, uygun yöntemlerle sahada bitki örtüsü ve hayvan varlığının doğal olarak oluşturulması yoluyla sahanın tekrar doğaya kazandırılmasıdır. Rekültivasyon çalışmaları peyzaj mimarı, botanikçi, zoolog, hidrolog, maden mühendisi gibi konuyu kendi açılarından ele alabilecek bir ekip tarafından yönetilmelidir.

## **Yeni Açılacak Sahalarda Yapılması Gereken Çalışmalar**

### **Ocak Yeri Seçiminde Dikkat Edilecek Noktalar**

Yerleşim birimleri, sanayi tesisleri ve şehrin ana arterlerine yeterli uzaklıkta olmalıdır. Ayrıca, açılacak olan taşocaklarının yerleşim birimlerine olan etkilerinin en aza indirgenmesi için, bu sahaların çevresinde en az 3 km genişliğinde koruma bantları oluşturulmalı ve bu bantlar içerisinde yasal yapılaşmaya izin verilmemeli, kaçak yapılaşma ise engellenmelidir.

Kalker üretimi yapacak firmaların yeni üretim yatırımları yapabilmeleri için, uzun vadeli taleplerini karşılamaya yetecek rezerve sahip bir bölge seçilmelidir.

Yılda yaklaşık olarak 20 milyon ton agreganın üretileceği bu ocaklardan çıkartılacak olan malzemenin nakliyesi sonucunda şehir trafiğini en az etkileyecek bölgeler seçilmelidir. Gerekirse alternatif nakliye yöntemleri araştırılmalıdır.

---

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Üretim sahasının jeolojik yapısı, bitki örtüsü, yeraltı ve yerüstü su kaynakları (akarsu, göl vb.) araştırılarak ileride yapılacak olan madencilik faaliyetleri sonucunda bunların olumsuz etkilenmesi engellenmelidir.

Seçilecek olan bölgeden üretilecek kalker büyük oranda inşaat sektöründe kullanılacaktır. Ülkemizde yaşanan deprem felaketlerinden sonra, beton kalitesinin can ve mal güvenliği açısından ne denli önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle mıcır üretiminin yapılacağı ocaklardan elde edilecek ürünlerin standartlara uygunluğu, işletmeye başlamadan önce kesinlikle araştırılmalıdır.

### İşletme Öncesinde Yapılması Gerekenler

Maden işletmeciliği konusunda eğitim almış maden mühendisi tarafından hazırlanmış ve Maden Mühendisleri Odası tarafından onaylanmış bir İşletme Projesi yapılmalıdır.

İşletme projesinde kısa, orta ve uzun vadeli (1 yıl, 5 yıl ve 10 yıllık) üretim planları hazırlanarak ocağın üretim aşamasında ve üretimden sonra alacağı yeni topografik görüntü belirlenmelidir. Hazırlanacak işletme projelerinde, kayacın tektonik ve jeomekanik özelliklerine göre emniyetli genel ve basamak şev açıları hesaplanmalıdır. Ayrıca projelerde, basamak genişliği ve yüksekliği gibi diğer teknik bilgiler ayrıntılı olarak yer almalıdır.

İşletme esnasında yapılacak olan patlatma işlemlerinin çevreye ve çalışanlara zarar vermeyecek şekilde planlanması için yöresel bir patlatma tasarımı yapılmalıdır. Ayrıca, ocakta ve kırma – eleme tesislerinde toz ve gürültünün önlenmesi için uygulanacak yöntemler de işletme projelerinde ayrıntılı olarak yer almalıdır.

Hazırlanacak olan İşletme Projesi'nde üretim sonrası yeniden düzenleme (Rekültivasyon) işlemlerinin nasıl yapılacağı detaylı olarak belirtilmelidir. Uzun süreli projelerde rekültivasyon çalışmaları üretim ile birlikte sürdürülmelidir.

### Çevresel Etki

Artan şehirleşme ile önceleri şehir dışında bulunan sanayi tesisleri, koruma bantlarının ihlal edilmesi, gecekondulaşma gibi nedenlerle şehir içinde kalarak üretim ve gerekliliğinin yanında çevresel etkileri ile de tartışılmaya başlanmıştır. Bunun yanında 2004 yılına kadar teknik özelliklerden yoksun ve eski olan Taşocakları Mevzuatı hükümlerine göre üretim yapılması, kontrol ve denetimlerin çok yetersiz olan yerel idarelerin elinde olması, ruhsatların çok sınırlı alanlar için ve sınırlı sürelerde verilmesi sonucu mühendislik disiplininin uzak, çevreyi gözetmeyen üretim anlayışı sektöre hakim olmuştur. Yeni kanun ile çevreye uyum projesi ile üretim sonucu oluşan alanlar rehabilite edilerek doğaya uyumlu hale getirilmesi zorunluluğu vardır. Ancak bu kanun öncesi uzun yıllar faaliyet gösteren ve bugünkü durumuna gelen kalker ocaklarının kısa sürede rehabilite edilmesi mümkün değildir.

İzmir İlinde de Kalker ocaklarının çevresel etkileri son yıllarda kamuoyunda tartışılmaya başlanmıştır. Belkave bölgesi kalker ocaklarının toz, sarsıntı ve görsel kirlilik sorunları kalker ocakları ile birlikte idari yönetimleri çözüm arayışlarına itmiş ve bu bölgede 2006 yılında bir süreç başlatılmıştır. Buna göre Belkave Bölgesi Kalker ocakları, İzmir Büyük

\*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Şehir Belediyesi ile bir protokol imzalamış ve faaliyetlerini Belkahve bölgesinin arkasına şehirden uzak bir bölgeye taşıma kararı almışlardır. Ayrıca mevcut ocakların görüntü kirliliğinin giderilmesi ve doğaya uyumlu hale getirilmesi için rehabilitasyon projesi yapılarak uygulamaya konulmuştur. Benzer bir süreç Işıkent’ de terk edilen kalker ocaklarının yarattığı görüntü kirliliğine çözüm arayışları içinde başlatılmış olup İzmir Büyük Şehir Belediyesi ile Çimentoş arsında görüşmeler devam etmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmada inşaat sektörünün ihtiyacı olan kireçtaşı üretimiyle ilgili genel bir perspektif sunularak İzmir ilindeki durum ortaya konulmuş ve öneriler tartışılmıştır. Buna göre

1. Kireçtaşı rezervleri açısından ülkemizde herhangi bir sorun yaşanmamaktadır. Ancak üretim maliyetleri içinde nakliye giderlerinin fazla olması nedeniyle inşaat sektörünün ihtiyacı olan hammaddelerin kent sınırları içerisinde karşılanması esastır.
2. Bu hammaddelerden kireçtaşı üretimi hem üretim miktarları hem de pazar büyüklüğü açısından ön plana çıkmaktadır. Kireçtaşı hazır beton üretiminde, yol-altyapı çalışmalarında, asfalt üretiminde ve çimento hammaddesi olarak yoğun olarak kullanılmaktadır.
3. Genel bir yaklaşımla İzmir ili yıllık kireçtaşı üretimi 20 milyon tondur. Bu miktarın önümüzdeki bir kaç yıl içerisinde inşaat sektöründeki dalgalanmaya bağlı olarak fazla artmayacağı hatta bir miktar düşebileceği öngörülmektedir.
4. Kireçtaşı ocak işletmeciliği bir madencilik faaliyetidir ve üretim faaliyetlerinde maden mühendisliği disiplini içerisinde yetişmiş olan teknik elemanlar yer almalıdır.
5. Mevcut kalker ocakları, kentsel faydayı sağlayacak şekilde ilin ihtiyacı olan kireçtaşını çevresel etkileri de ön planda tutarak temin etmek zorundadır. Ayrıca yeni açılması düşünülen kalker ocakları kentin duyarlılıkları ön planda tutularak yatırımlarını projelendirmelidir.

## KAYNAKLAR

Devlet Planlama Teşkilatı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu yapı Malzemeleri I Çalışma Grubu Raporu 120 sayfa

Öztürk, Ö., Çelikel, M., Erkan, M., “Türkiye Agregasyon Sektör Raporu,” Hazır Beton, Sayı. 84, Kasım 2007, s.52-56

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) <http://www.thbb.org/>

## İZMİR'DE HAVA KİRLİLİĞİ

Prof. Dr. Abdurrahman BAYRAM  
abayram@deu.edu.tr

### GİRİŞ

Sanayi devrimiyle başlayan ve fosil yakıt tüketiminin artışına paralel olarak artan hava kirliliği problemleri günümüzde küresel ölçekte yaşanan bir çevresel problem haline gelmiştir. Başta karbon dioksit olmak üzere atmosferdeki konsantrasyonları sürekli artan hava kirleticiler, dünyamızın en önemli sorunu olan iklim değişikliği ve kuraklık sorununu doğurmuştur. Kirletici kaynaklara ve coğrafi konumlarına göre dünyanın değişik bölgeleri bu sorunu farklı boyutlarda yaşamaktadır.

Ülkemizde de hava kirliliği problemleri farklı ölçeklerde yaşanmaktadır. Nüfus yoğunluğuna, coğrafi özelliklere ve değişen meteorolojik koşullara göre yerleşim alanlarımızda kış aylarımızda yaşanan hava problemleri, sanayi bölgelerimizde bütün bir yıl kendini hissettirmektedir. Bu çalışmada, İzmir kent merkezi ve çevresindeki hava kirliliği seviyeleri ile bunların kaynakları hakkında bilgiler verilecek ve hava kirliliğinin önlenmesi için çözüm önerileri sunulacaktır.

### İZMİR'DE HAVA KİRLİLİĞİ SEVİYELERİ

Ülkemizin üçüncü büyük şehri olan İzmir'de hava kirliliği seviyeleri İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından altı noktada kurulmuş ölçüm istasyonlarında sürekli ölçüm cihazları ile ölçülmektedir. Geçmiş yıllarda Sağlık Bakanlığı tarafından kent merkezinde ve bazı ilçelerimizde yapılan ölçümlere son verilerek Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından sadece Gaziemir bölgesine kurulan bir istasyonda ölçümlere başlanmıştır. İlçelerimizde ise düzenli bir ölçüm sistemi bulunmamakta, değişik araştırmalarda üniversitelerimiz tarafından belirli dönemlerde yapılmış ölçümler bulunmaktadır. İzmir'deki hava kirliliği ölçüm istasyonları ve ölçülen parametreler Tablo 1'de verilmiştir. Yedi adet sabit ölçüm istasyonuna ilave olarak İzmir Büyükşehir Belediyesine ait olarak bir adet mobil ölçüm istasyonu bulunmaktadır. 2007 yılında devreye giren ve başlangıçta kent içinde trafik kaynaklı kirliliğin belirlenmesi amacıyla kullanılan bu istasyon değişik zamanlarda değişik bölgelerde kirlilik seviyelerinin ölçümü amacıyla kullanılabilir.

İzmir'deki istasyonların yerleri incelendiğinde, bunların kent merkezinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni de istasyonların İzmir Büyükşehir Belediyesi'ne (Gaziemir hariç) ait olmasıdır. Oysa büyükşehir dışındaki bölgelerde, özellikle Aliağa, Kemalpaşa ve Torbalı gibi sanayi bölgelerimizde de sürekli ölçüm istasyonları ile hava kirliliği seviyelerinin izlenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de hava kalitesini ölçmekle görevli kurum olan T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı’nın ülkemizin üçüncü büyük şehrinde sadece bir ölçüm istasyonu ile yetinmeyip ölçüm istasyonlarını ve ölçülen kirletici parametrelerin sayısını arttırması gerekir.

Bu istasyonlardan Bornova, Karşıyaka, Güzelyalı, Çiğli, Şirinyer ve Gaziemir’de sadece havada asılı partikül madde (PM<sub>10</sub>) ve kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ölçülmektedir. Alsancak’da kurulu istasyonda ve mobil ölçüm aracında ise havada asılı partikül madde (PM<sub>10</sub>), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> olarak) ve ozon seviyeleri ölçülmektedir. Mobil araçta bu parametrelere ilave olarak metan ve metan dışı toplam hidrokarbonlar olmak üzere organik kirleticiler ve meteorolojik parametreler de ölçülebilmektedir.

Bu istasyonların dışında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından Tınaztepe Kampüsünde ve Bornova-Naldöken’de ölçüm istasyonları bulunmaktadır. Kampüste PM<sub>10</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Ozon ve CO parametreleri ölçülürken Naldöken’de sadece PM<sub>10</sub> ölçülmektedir. Her iki istasyonda kirletici parametrelere ilave olarak meteorolojik parametreler de ölçülmektedir.

Tablo 1. İzmir’deki Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları ve Ölçülen Parametreler

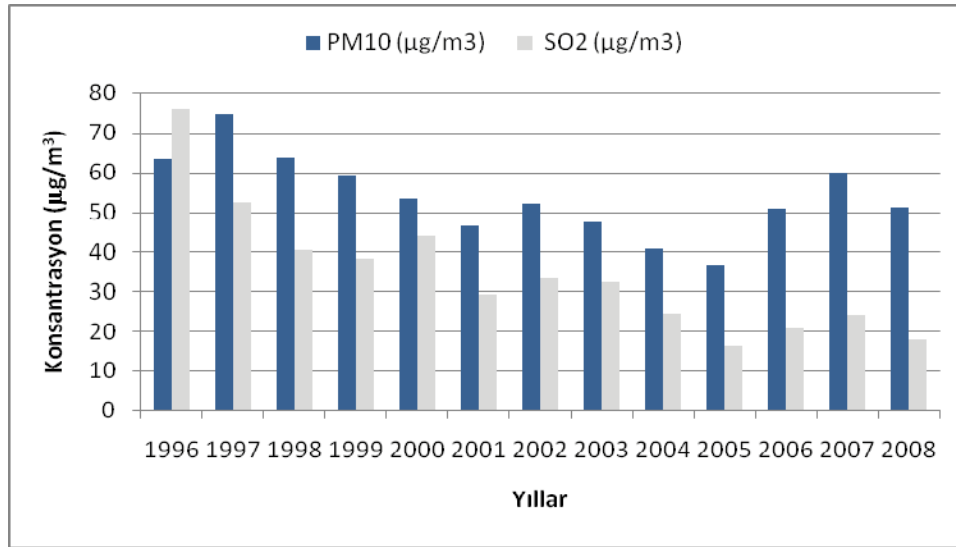
Ölçüm Yeri	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO	NO <sub>2</sub>	Ozon	HC
Alsancak	x	x	x	x	x	x	
Karşıyaka	x	x					
Bornova	x	x					
Güzelyalı	x	x					
Çiğli	x	x					
Şirinyer	x	x					
Gaziemir	x	x					
Mobil	x	x	x	x	x	x	x

İzmir Büyükşehir Belediyesi’ne ait istasyonlarda elde edilen ölçüm sonuçlarının yıllara göre ortalama değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Sürekli ölçüm cihazlarından elde edilen anlık ölçümlerden hesaplanan günlük ortalama seviyeleri ifade eden bu veriler incelendiğinde havadaki PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> seviyelerinin genel olarak azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. PM<sub>10</sub> seviyelerinde 2006 ve 2007 yıllarındaki artışın ise kent içindeki doğal gaz ve diğer altyapı çalışmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kentte evsel ısınma ve sanayide kullanılan yakıtların kalitelerine sınırlama getirilmesi ve kullanılan yakıtların denetlenmesi bu azalmada önemli rol oynamıştır. Diğer önemli faktör ise sanayi ve evsel ısınmada doğal gazın geçiştir. Evsel ısınmada doğal gazın kullanımının yaygınlaşması ile bu seviyeler daha da iyileşecektir.

İzmir kent merkezi dışındaki ölçüm çalışmaları ise araştırma amaçlı olarak üniversitelerimiz tarafından değişik dönemlerde yapılmıştır. Bu çalışmalar özellikle demirçelik, gemi söküm, rafineri, petrokimya gibi büyük kirletici kaynakların bulunduğu Aliağa bölgesinde yoğunlaşmaktadır.

\*Bu Bildiri Çevre Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü tarafından TÜBİTAK ile İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Aliğa Belediyesi'nin katkıları ile 2005-2007 yılları arasında gerçekleştirilen bir araştırmada Aliğa bölgesindeki kirliliğin seviyeleri ve kaynakları incelenmiştir (Tuncel v.d., 2008). Bu çalışmada Aliğa kent merkezi ve Horozgediği sanayi bölgesinde elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu çalışmada ölçülen inorganik gaz kirleticilerin seviyeleri çok yüksek olmayıp partikül madde seviyeleri yüksektir. Ülkemizdeki hava kalitesi sınır değerlerinin yıllara göre azalacağı ve hedef sınır değerler dikkate alındığında partikül madde kirliliğinin önlenmesi gerektiği görülmektedir.



Şekil 1. İzmir'de Havadaki PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> Seviyelerinin Yıllara Göre Değişimi (İBB).

Tablo 2. Aliğa'da Ölçülen İnorganik Gazlarla PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> Kütlelerinin Horozgediği ve Belediye (Kent Merkezi) İstasyonlarındaki Ortalama Konsantrasyonları, (Tuncel v.d., 2008).

İstasyon	Parametre	Aritmetik	Range	Medyan	N
Belediye	SO	23.0±43.1	1024	12.0	3754
	NO	10.4±15.9	353	7.19	2667
	NO	17.4±16.8	133	13.0	2486
	NO	28.4±30.1	476	21.4	2472
	O	86.3±35.1	261	84.6	5132
	PM-10	61.4±47.3	1424	54.5	4541
	PM-2.5	14.9±22.7	224	10.8	131
Horozgediği	SO	10.9±18.7	391	5.50	5327
	NO	2.35±6.42	353	1.13	5555
	NO	16.0±16.7	424	13.2	5643
	NO	18.8±19.9	775	15.3	5601
	O	122±61.4	531	117	1771
	PM-10	84.6±77.9	1103	63.1	5507
	PM-2.5	59.7±61.0	391	39.7	130

Horozgediği sanayi bölgesinde demir çelik tesislerinin yakın çevresinde yapılan ölçümlerde ise havadaki partikül madde seviyelerinin çok daha yüksek olduğu ve sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür (Bayram, v.d., 2008)

DEÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen ve İzmir'deki partikül madde kirliliği ve kaynaklarının belirlenmesine yönelik çalışmada elde edilen sonuçların bir özeti Tablo 3'de verilmiştir (Yatkin ve Bayram, 2008)

Tablo 3. Kemalpaşa, İzmir ve Aliğa'da Ölçülen PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ve Element Derişimleri (ng/m<sup>3</sup>)

	Kemalpaşa <sup>a</sup>		Kemalpaşa San.Bölgesi <sup>a</sup>		Yeşildere <sup>b</sup>		Tınaztepe Kampüsü <sup>b</sup>		Horozgediği <sup>c</sup>	Aliğa <sup>c</sup>
	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>
<b>PM</b>	46,5±14,1	89,8±29,2	25,0±14,8	79,1±27,2	51,7	73,4	27,0	54,1	60	32
<b>Al</b>	1192±1801	4919±2666	1424±1593	2878±1535	770	1249	739	1523	584	461
<b>Ba</b>	3,8±3,5	17,8±7,2	5,1±4,5	24,7±7,5	14,8	21,0	5,0	16,2	22	10
<b>Ca</b>	734±766	7574±1961	883±661	8234±2396	1345	4268	946	4134	4828	1238
<b>Cd</b>	8,7±17,3	36,3±27,6	13,7±15,6	24,3±14,4	1,0	1,5	1,1	1,6	9	2
<b>Cr</b>	11,5±16,6	39,9±27,5	14,1±13,4	25,4±15,5	24,2	26,9	6,4	16,7	109	51
<b>Fe</b>	280±250	1393±487	277±174	1038±463	383	949	303	849	2674	523
<b>K</b>	252±122	540±144	163±65	331±108	273	384	212	370	386	152
<b>Mg</b>	187±206	847±333	178±156	528±201	93,8	314	82,1	274	344	182
<b>Mn</b>	12,8±11,3	51,1±16,3	27,4±11,0	51,5±14,5	15,4	31,8	12,1	27,2	138	14
<b>Na</b>	187±174	631±516	207±129	738±370	517	1144	808	1506	484	362
<b>Ni</b>	28,4±56,3	118±90	45,6±51,4	75,8±47,8	10,6	14,5	6,9	20,6	12	17
<b>Pb</b>	46,0±61,2	154±92	156±166	433±289	77,4	115	40,4	61,0	555	16
<b>Sr</b>	2,6±2,3	12,7±5,6	1,9±1,4	10,4±4,2	2,2	12,1	3,4	9,3	9	8
<b>V</b>	4,5±1,1	7,5±0,9	4,2±1,7	6,7±2,6	12,2	12,8	9,0	12,8	15	43
<b>Zn</b>	218±231	388±172	362±351	429±322	168	286	138	214	3206	93

<sup>a</sup> Yatkin ve Bayram, 2008

<sup>b</sup> Yatkin, 2006

<sup>c</sup> Çetin vd, 2007

Ülkemizde geçerli olan hava kalitesi sınır değerleri ise Tablo 4'de verilmiştir (Resmi Gazete, 2008). 6 Haziran 2008 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ile Avrupa Birliği'nde geçerli olan sınır değerler esas alınmıştır. Ancak bu sınır değerlere geçiş kademeli olarak gerçekleştirilecektir. Tablo 4'de verilen mevcut sınır değerler yıllara göre azalarak 2014 yılında hedef sınır değerlere inecektir.

Tablo 4. Ülkemizdeki PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve CO Sınır Değerleri.

Parametre	Birim	Mevcut KVS	Mevcut UVS	Hedef KVS	Hedef UVS
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	300	150	50	40
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	400	250	125	20
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	300	100	200	40
CO	µg/m <sup>3</sup>	30000	10000	10000	

\*Bu Bildiri Çevre Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## HAVA KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI

İzmir’de hava kirliliğinin kaynakları genel olarak sanayi tesisleri ve trafik olup kış aylarında da bunlara ısınma amaçlı yakma tesisleri eklenmektedir. DEÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından 2001 yılında tamamlanan “İzmir İli Temiz Hava Planı”nda hesaplanan emisyonlar ve sektörel dağılımlar Tablo 5’te verilmiştir. İzmir İl sınırlarındaki bu kaynakların kirlenmedeki payları kirleticilere göre değişmekte olup; kükürt dioksitte sanayi tesisleri, partikül maddelerde evsel ısınma, azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve karbon monoksitte ise trafik daha önemli kaynak konumuna gelmektedir. Kentin yakın çevresinde kalan çimento fabrikaları, taş ocağı ve mıcır tesisleri, asfalt tesisleri ve demir çelik fabrikası kent içi hava kalitesini olumsuz etkileyecek tesislerdir.

Tablo 5. 2000 Yılı Verilerine Göre İzmir’deki Emisyonlar (ton/gün).

Sektör	PM	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC	CO
Evsel Isınma	136	66	14	11	5
Trafik	6	7	82	54	311
Sanayi	31	227	40	3	4
Toplam	173	300	136	68	320

Bu tablodaki verilere göre sanayideki SO<sub>2</sub> kirliliğinin büyük bölümü Aliğa’daki rafineri ve petrokimya tesislerinden kaynaklanmaktaydı. Bu tesislerin ve diğer sanayi tesislerinin büyük oranda doğal gaza geçişi ile SO<sub>2</sub> emisyonları çok ciddi düzeylerde azalmıştır. Aynı şekilde evsel ısınmada da doğal gazın yaygınlaşması ile hem SO<sub>2</sub> hem de PM emisyonları azalacaktır. 2001 yılında tamamlanan ve Türkiye’de bir ilk olan bu envanter çalışmasının acilen güncellenmesi gerekmektedir.

İzmir’de sanayinin büyük çoğunluğunun doğal gaza geçmesi ve evsel ısınmada da doğal gazın yaygınlaşması ile en önemli kirletici kaynak olarak trafik sektörü kalacaktır. Bu amaçla trafik kaynaklı kirleticilerin miktarlarının çok iyi belirlenmesi gerekir. Tablo 5’de verilen trafik emisyonları, trafiğe kayıtlı toplam araç sayılarına göre ve emisyon faktörleri kullanarak hesaplanmıştır. 2008 yılında tamamlanan ve DEÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından TÜBİTAK ve İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin katkılarıyla gerçekleştirilen bir araştırma projesinde İzmir kent merkezinde trafik kaynaklı kirleticiler ölçümlerle belirlenmiştir (Elbir v.d. 2008). Şehir içindeki ana yollarda araç sayımları yapılarak araçların sayıları ve türleri belirlenmiş, aynı yol kenarlarında mobil ölçüm aracıyla hava kalitesi seviyeleri ölçülmüş ve dağılım modeli ile trafikteki araçların hava kalitesine katkıları belirlenmiştir. Haftalık toplam olarak hesaplanan bu emisyonlar Tablo 6’da verilmiştir.

İzmir’de hava kirliliğini etkileyen en önemli kaynaklar Aliğa Bölgesindeki sanayi tesisleridir (Tuncel, v.d., 2008). Rafineri, Petrokimya ve demir-çelik tesisleri gibi tesislerden kaynaklanan emisyonların türleri sektörlere göre değişmektedir. Rafineri ve Petkim’de yanma kaynaklı kirleticiler ile organik kirleticiler önemliyen demir çelik tesislerinde ise toz emisyonları büyük önem kazanmaktadır. Demir çelik tesislerinin bacalarından çıkan ve açıkta depolanan malzemelerden (hurda, curuf ve filtrelerde tutulan baca tozu) kaynaklanan toz emisyonları bünyesinde değişik elementleri ve tehlikeli organik kirleticileri içermektedir

\*Bu Bildiri Çevre Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

(Bayram v.d., 2008; Odabaşı v.d., 2008). Demir-çelik tesislerinin toz emisyonlarının azaltılması amacıyla filtre sistemine sahip olması nedeniyle tozların esas kaynağının baca dışı kaynaklar olduğu düşünülmektedir (Bayram v.d., 2008).

Tablo 6. İzmir Kent Merkezindeki Caddelerde Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar (Ton / Hafta)

Caddeler	YAZ				KIŞ			
	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>
İnönü Caddesi	3,32	1,20	0,06	0,17	3,04	1,06	0,05	0,14
Eşrefpaşa Caddesi	1,28	0,37	0,02	0,05	1,22	0,34	0,02	0,05
Mehmet Akif Caddesi	0,89	0,35	0,01	0,04	0,85	0,34	0,01	0,04
Halide Edip Adıvar Caddesi	1,07	0,41	0,02	0,05	1,13	0,42	0,01	0,05
Mithatpaşa Caddesi	1,62	0,63	0,03	0,07	1,81	0,65	0,03	0,07
Mustafa Kemal Sahil Bulvarı	4,22	1,79	0,06	0,14	3,84	1,67	0,04	0,13
Talatpaşa Caddesi	0,44	0,10	0,01	0,01	0,49	0,11	0,01	0,01
Şair Eşref Caddesi	1,08	0,35	0,02	0,05	1,23	0,37	0,02	0,05
Kamil Tunca Bulvarı	1,08	0,45	0,03	0,08	0,97	0,41	0,02	0,07
Fevzipaşa Bulvarı	0,76	0,18	0,01	0,02	0,78	0,18	0,01	0,02
Gazi Bulvarı	0,71	0,17	0,01	0,02	0,67	0,15	0,01	0,02
Yeşillik Caddesi	4,73	1,35	0,05	0,18	3,67	1,53	0,05	0,18
Yeşildere Caddesi	5,10	2,33	0,07	0,23	4,90	2,17	0,06	0,20
Mustafa Kemal Caddesi	0,88	0,29	0,02	0,04	1,06	0,32	0,02	0,05
Cemal Gürsel Caddesi	1,89	0,80	0,03	0,08	1,58	0,67	0,02	0,07
Girne Bulvarı	0,70	0,25	0,01	0,03	0,73	0,25	0,01	0,03
Anadolu Caddesi	16,46	9,55	0,46	1,68	17,58	8,92	0,31	1,08
Altınyol Caddesi	6,23	3,27	0,13	0,43	6,34	3,39	0,14	0,49
Ankara Asfaltı	16,85	9,13	0,39	1,35	18,14	9,76	0,38	1,37
Ara Toplam	69,30	32,95	1,42	4,73	70,03	32,71	1,20	4,13
Diğer Caddeler (n=46)	38,01	14,97	0,70	2,05	38,32	15,61	0,66	2,17
TOPLAM (İZMİR GENELİ)	107,31	47,92	2,12	6,78	108,35	48,32	1,86	6,30

İzmir genelinde hakim rüzgar yönlerinin Kuzeyli rüzgarlar olması nedeniyle, Aliağa bölgesinde oluşan kirleticiler taşınarak İzmir'e gelmektedir. Bölgedeki sanayi tesislerinin enerji yoğun tesisler olması, liman ve diğer avantajları nedeniyle Aliağa, enerji üreticileri için de cazip bir bölge olup burada yeni termik elektrik üretim santralleri kurulması için girişimler bulunmaktadır. Çoğu kömüre dayalı olarak planlanan bu santrallerin de bu bölgeye kurulması mevcut hava kalitesi seviyelerini kötüleştirecektir.

\*Bu Bildiri Çevre Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



İzmir'deki diğer sanayi ve organize bölgelerinde kirletici kaynaklarla ilgili kapsamlı bir envanter çalışması yapılmamıştır. Ağırlıklı olarak yanma kaynaklı kirleticilerin olduğu bu bölgelerde doğal gazın kullanılıyor olması önemli bir avantajdır. Ancak bunun dışında tesislerin üretim türlerine bağlı olarak oluşabilecek emisyonların da belirlenmesi gerekir.

Şehir merkezine yakın noktalarda kalmış olan tekil sanayi tesislerinden çimento fabrikaları ve yeniden devreye alınan demir çelik tesisi en önemli kaynaklar arasındadır. Bacalarında yeterli emisyon azaltıcı sistemler bulunan bu tesislerde, baca dışı kaynaklar önemli olabilmektedir. Çevresinde yerleşim alanları ve okullar bulunan bu tesislerin çalışma koşullarına çok özen göstererek hem bacalarından çıkan kirleticileri hem de baca dışı kaynaklardan oluşan kirleticileri azaltmaları gerekir.

İzmir'deki diğer bir önemli hava kirletici kaynak grubu kentin değişik bölgelerinde faaliyette bulunan taş ocağı ve mıcır tesisleridir. Sadece toz emisyonunun olduğu bu kaynaklar, yeterli önlem alınmadığında yakın çevresinde önemli olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin üçüncü büyük kenti olan İzmir, hava kalitesi seviyelerinin izlenebilmesi için yeterli ölçüm sistemine sahip değildir. 1990 yıllarda İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulmuş olan istasyonlar şimdi kent merkezinde kalmış, Sağlık Bakanlığının yaptığı ölçümlerin de kesilmesi ile kent merkezi dışındaki yerleşim alanlarında ve ilçelerde hiçbir ölçüm sistemi kalmamıştır. Hava kirliliği ölçümlerinde görevli kurum olan Çevre ve Orman Bakanlığı şimdiye kadar sadece bir ölçüm istasyonu kurabilmiştir. Hem bu ölçüm istasyonlarının sayısının hem de ölçülen parametrelerin artırılması gerekmektedir.

Kent merkezinde ölçülen hava kalitesi seviyeleri şu an için sınır değerleri sağlıyor görünse de Yönetmelikteki hedef sınır değerler yürürlüğe girdiğinde sınırların aşılması söz konusudur. Bu amaçla hava kalitesi seviyelerinin iyileştirilmesi için hava kalitesi yönetim planı hazırlanmalıdır.

İzmir için iyi bir hava kalitesi yönetimi oluşturulabilmesi için öncelikle emisyon envanteri yapılarak kirletici kaynakların, bu kaynaklarda oluşan kirletici tür ve miktarlarının, kaynakların hava kalitesi seviyelerine etkilerinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla, daha önce yapılmış ve Türkiye'de bir ilk olan "İzmir İli Temiz Hava Planı"nın güncellenmesi gerekmektedir.

Şu anda İzmir'de hava kirliliğinin en ciddi sorun olduğu bölge olan Aliğa için acil önlemler alınmalıdır. Yeni tesisler kurulmadan önce mevcut tesisler iyileştirilmeli, bunların emisyonları en aza indirilmeli ve emisyon kontrol sistemlerinin sürekliliği sağlanmalıdır.

Doğal gazın yaygın olarak kullanımı ile en önemli kaynak durumunda kalan trafik ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi, kent merkezi için yapılmış olan çalışmanın İl geneline yaygınlaştırılması ve trafik sektörünün hava kalitesine katkısının tam olarak belirlenmesi gerekir.

Doğal gaz dağıtımının henüz yapılmadığı bölgelerde yakıt denetimleri titizlikle sürdürülmelidir. Yeni kurulan büyük konut projelerinde ısı yalıtımı ve merkezi ısıtma sistemlerinin kullanılması zorunluluk haline getirilmeli ve denetlenmelidir.

## KAYNAKLAR

Bayram, A., Odabaşı, M., Elbir, T., Seyfioğlu, R., Dumanoglu, Y., Demircioğlu, H., Altıok, H., Yatkın, S., “Elektrikli Ark Ocaklı Demir-Çelik Endüstrilerinden Kaynaklanan Hava Kirliliği I: İnorganik Gaz Kirleticiler ve Partikül Maddeler”, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008, 22-25 Ekim 2008 Hatay, Bildiriler Kitabı, s. 121-132.

Çetin, B., Yatkın, S., Bayram, A. ve Odabaşı, M. “Ambient concentrations and source apportionment of PCBs and trace elements around an industrial area in Izmir, Turkey”. *Chemosphere*, 69, 1267-1277, 2007.

Çevre ve Orman Bakanlığı, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 6 Haziran 2008 tarihli Resmi Gazete.

Elbir, T., Bayram, A., Seyfioğlu, R., Altıok, H., Dumanoglu, Y., Büyük Kent Merkezlerinde Karayolu Trafikinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi, TÜBİTAK 106Y009 Nolu Proje Sonuç Raporu (Hakem incelemesinde)

Odabaşı, M., Bayram, A., Elbir, T., Seyfioğlu, R., Dumanoglu, Y., Bozlaker, A., Demircioğlu, H., Altıok, H., Yatkın, S., Çetin, B., “Elektrikli Ark Ocaklı Demir-Çelik Endüstrilerinden Kaynaklanan Hava Kirliliği II: Kalıcı Organik Kirleticiler ve Partikül Maddeler”, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008, 22-25 Ekim 2008 Hatay, Bildiriler Kitabı, s. 566-580.

Tuncel, G., Müezzinoğlu, A., Tuncel, S., Bayram., Odabaşı, M., Sofuoğlu, S.C., Elbir, T., Pekey, B., Pekey, H., Seyfioğlu, R., Zararsız, A., Dumanoglu, Y., Doğan, G., Yılmaz, M., İzmir Aliğa Endüstri Bölgesinde Hava Kirliliğine Neden Olan Organik ve İnorganik Kirleticilerin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve Sağlık Etkileinin Belirlenmesi, TÜBİTAK 104Y276 Nolu Proje Raporu, 2008.

Yatkın, S. Elemental concentrations in Izmir atmosphere and their source apportionment. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 2006.

Yatkın, S.ve Bayram, A., “Source apportionment of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub> using positive matrix factorization and chemical mass balance in Izmir, Turkey”. *Science of the Total Environment*, 309, 109-123, 2008.

Yatkın, S. Ve Bayram, A., “Kemalpaşa Bölgesinde Partikül Madde ve Element Kaynaklarının Chemical Mass Balance Modeli Kullanılarak Belirlenmesi”, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008, 22-25 Ekim 2008 Hatay, Bildiriler Kitabı, 842-853, 2008.

## DEMİR ÇELİK VE GEMİ SÖKÜM TESİSLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Ertuğrul BARKA  
Kimya Mühendisi  
ertugrulbarka@hotmail.com

### GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, İzmir İli Aliğa İlçesi'nde elektrik ark ocaklarıyla demir çelik üretimi yapılan kuruluşların giderilmeyen elektrik ark ocağı tozları ile yine Aliğa'daki gemi sökümü tesislerinin çeşitli atıklarına ve çevresel etkilerine dikkatleri çekmektir.

Bu çalışma; İzmir ili, Aliğa ilçesi, Horozgediği Kospet Mevkiî'nde bulunan, elektrik ark ocağı ile üretim yapan demir çelik fabrikalarının EAOT (Elektrik Ark Ocağı Tozları) ve Aliğa Gemi Söküm Bölgesi'nde bulunan yirmi bir adet gemi söküm tesisinin atıkları ile sınırlıdır. Aliğa genelindeki çevresel sorunlar kapsam dışındadır.

### SANAYİNİN ALIĞA'YA YERLEŞİM NEDENLERİ

Aliğa, kuzeyden güneye doğru; Çandarlı, Aliğa, Nemrut Körfezleri ile sunmuş olduğu liman ve iskele olanakları; kara ve deniz ulaşımı, ekonomik, toplumsal, kültürel verileri; coğrafik konumu nedenleriyle; petrokimya, rafineri, demir çelik ve haddehaneler, gemi sökümü, hurda geri kazanım tesisleri, doğalgaz terminali, akaryakıt dolun istasyonları, LPG dolun tesisleri, gübre ve kağıt fabrikaları, organize sanayi bölgeleri (ALOSBİ ve Dökümcüler İhtisas OSB), küçük sanayi sitesi ve diğer çeşitli sanayi yatırımları için çekim merkezi olmuştur. Bugün de Aliğa'da sanayi ve enerji yatırımlarına olanca plânsızlıkla ve çevresel değerler göz ardı edilerek devam edilmektedir.

#### Aliğa'daki Demir Çelik Fabrikaları

Aliğa'daki demir çelik fabrikaları, elektrik ark ocağı ile üretim yapılan; Habaş, Ege Çelik, Çebitaş, Erege Metal, İzmir Demir Çelik fabrikalarıdır.

Habaş Aliğa Demir Çelik Tesisleri, 1987 yılından beri faaliyet gösteren 2.500.000 ton / yıl kapasiteli bir çelikhane, bu kapasiteye uygun filmaşin ve çubuk haddehaneleri ile tesise 7km uzaklıkta limandan oluşan üretim kompleksidir.

Ege Çelik Endüstri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Haziran 1986 tarihinde Aliğa'da demir çelik fabrikası ve liman tesisi yatırımı çalışmalarını sürdürürken, Kasım 2001'de Çukurova Çelik Endüstrisi A.Ş.'nin Aliğa tesislerini satın almıştır. Bu tarihten itibaren, elektrik ark ocaklı 1.974.000 ton/yıl kapasiteli çelikhane ve 500.000 ton/yıl kapasiteye sahip haddehanesi ile üretime devam etmektedir. Nemrut Körfezi'nde Liman İşletmeleri ve Nakliyecilik Sanayi

---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ve Ticaret A.Ş. adlı kuruluşları, yaklaşık 7.500.000 ton/yıl yükleme-boşaltma kapasitesine sahiptir.

Çebitaş, 1989 yılında İsveç teknolojisi ile kurulan çelikhane tesisi ile çelik kütük üretimine başlamıştır. 1993 yılında üretim kapasitesi 350.000 ton/yıl iken bugün itibari ile tesislerde 700.000 ton/yıl.'ın üzerinde kapasiteyle üretim yapılabilmektedir.

Erege Metal Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş, 1985 yılında haddehane tesisleri ile üretime başlamıştır. 1994 yılında yatırımı tamamlanan çelikhane ve diğer yardımcı üniteleri ile üretimini sürdürmektedir. Yıllık üretim kapasitesi çelikhane 720.000 ton/yıl, haddehanede ise 400.000 ton/yıl dır.

İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş. uzun hadde mamulleri üretmek amacı ile 1975 yılında kurulmuştur. Modern haddehane tesisleri 1983'te, çelikhane ise 1987 yılında işletmeye alınmıştır. İzmir Demir Çelik A.Ş' nin çelikhane 1.320.000 ton/yıl, haddehanesi de 900.000 ton/yıl üretim kapasitelidir.

#### Elektrik Ark Ocağı İle Demir Çelik Üretimi

Elektrik ark ocağı, demir çelik üretiminde bir seçenektir. Temel oksijen metodunun aksine elektrik ark ocağı sıcak metal kullanmaz. "Soğuk" metal ile doldurulur. Bu da hurda çeliktir.

Hurda çelik elektrik ark ocağına üstten vinçle boşaltılır, ardından ocağın kapağı örtülür. Bu kapak ark ocağına indirilen üç tane elektrot taşır. Elektrotlardan geçen elektrik bir ark oluşturur ve açığa çıkan ısı hurdayı eritir. Eritme prosesinde diğer metal alaşımlar gerekli kimyasal kompozisyonu sağlamak için ilâve edilir. Çeliği saf hale getirmek için ayrıca oksijen de üflenir.

Kimyasal kompozisyonun denetimi için örnekler alındıktan sonra ark ocağı yana yatırılıp erimiş çeliğin üzerinde yüzen cüruf dökülür. Hemen sonra ark ocağı diğer yana yatırılıp erimiş çelik bir potaya aktarılır. Buradan ikinci bir işlem başlar ya da "caster"a nakledilir.

Modern ark ocağı her erimede 150 ton kadar hurda işleyebilir. Bu işlem yaklaşık 90 dakika sürer. Ark ocağı ile çelik üretimi aynı zamanda ekonomiktir. Üretilen her ton çelik, 7.4 GJ enerji tüketir. Bu da diğer üretim metodunun tüketimi olan 16.2 GJ'e göre hayli düşük kalır.

#### EAOT Atıkları ve Çevresel Etkileri

### **EAOT ( ELEKTRİK ARK OCAĞI TOZLARI )**

Elektrik ark ocağı ile üretim yapılan fabrikaların çelikhaneleri ile PM, ağır metal, POP (Kalıcı Organik Kirletici); haddehaneleri ile de PM, NOx kirliliklerine neden olmaktadır. (1)

Bu bildirinin konusu yukarıda belirtilen kirletici unsurlardan sadece ağır metallere oluşan EAOT (Elektrik Ark Ocağı Tozları) dır.

---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Hurda eritimi ve çelik üretimi sırasında iki önemli atık oluşmaktadır. Bunlar EAOT ve cürüftür. Genel olarak, bir ton çelik üretiminde yaklaşık 14 kg EAOT ve 100 kg cüruf açığa çıkmaktadır.

Her ne kadar EAOT içerisindeki farklı metallerin yoğunluğu kullanılan hurdanın özelliğine göre değişiklik gösterse de, genel olarak Türkiye'deki EAOT başlıca %35 demir, %10–30 çinko ve %2–7 kurşun içermektedir. (2)

EAOT uzun zamandır Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde tehlikeli atık olarak kabul edilmektedir. Hükümleri Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine (TAKY) göre demir-çelik fabrikalarının ark ocaklarından kaynaklanan EAOT' nın atık kodu 10 02 07 (M) olarak belirlenmiştir. Bu atık maddenin çevreye zarar vermeden güvenli bir şekilde giderilmesi ve depolanmasının sağlanabilmesi için özel işlem ve depolama teknikleri gerekmektedir. (2)

Ancak, Aliğa'daki tesislerce bu yapılmamaktadır. Yıllarca davlumbazları olmadan ve EAOT' larını denetimsiz olarak çevreye salmalarına göz yumulan bu tesisler, davlumbaz ve elektro filtrelerini yaptırdıktan sonra, tutabildikleri kadar EAOT' unu cürufle karıştırarak arazilerinde depolamışlardır. "Depo sahasının altında sızdırmazlığı önleyen bir katman bulunmadığından, katı atık yığınlarından oluşan sızıntı sığ yer altı suyunu etkileyebilmektedir. Buna ek olarak, hava ve toprak kaynakları da bu katı atık yığınlarından oluşan tozdan etkilenebilmektedir." (2)

Ancak, sürekli olarak kapasitelerini artıran demir çelik tesislerine, EAOT' larını depolamaları için fabrika alanları yetmemiş, etraftaki verimli tarım arazileri satın alınarak bu arazilerde depolama yapılmaya başlanmıştır. Artık buda yetmemektedir. Şimdi demir çelik fabrikaları etraflarındaki vadilerde EAOT atıklarını depolamaya başlamışlardır.

Gün geçtikçe büyüyen ve baş edilemez hâle gelen EAOT sorununun çözümü için, yetkili ve sorumlularca toplantılar yapılmaktadır. Ancak bu toplantılarda ne sorun doğru olarak ortaya konabilmektedir ne de herhangi bir çözüm önerilebilmektedir. (3) .

Aliğa'da ne kadar EAOT' u depolanmaktadır? Bu konuda kesin bir veri yoktur. Tek yapılabilen şey, sorunun gizlenmesi ve küçük gösterilmeğe çalışılmasıdır. 25 Temmuz 2006'da 7 – 8 milyon ton olarak açıklanan EAOT miktarı; 15 Şubat 2008'de, sanki işin yetkilisi ve uzmanıymış gibi, notere yaptırılan tespit sonrasında 400 bin ton olarak açıklanabilmektedir. (3) , (4) .

Aliğa'daki demir çelik fabrikalarının sadece çelikhane kapasitelerinin toplamı 2007 yılı itibarıyla 7.214.000t/y. dır. Bir ton çelik üretimi sırasında yaklaşık 14 kg. EAOT oluştuğuna göre (2), hâlen 7.214.000 ton/yıl X 14 kg. = 100.996 ton/yıl EAOT oluşmaktadır. ( 11.53 t/saat. / 365 gün x 24 saat).

Bu işletmelerin kuruluş yıllarını yukarıda belirtilmişti: 1975, 1985, 1986, 1987, 1989. Bunlar ve sonraki yıllardaki üretim süreçlerindeki kapasitelere bağlı miktarlarda oluşan ve hâlen oluşmakta olan EAOT 'ları da göz önünde bulundurulduğunda bu verinin gerçek olduğunu kabul etmek olası değildir.

---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## EAOT'NİN ÇEVREYE ETKİLERİ NEDİR?

Bu soruların yanıtını, Aliğa'ya bağlı Bozköy' de çinko geri kazanım tesisi kurmayı plânlayan İngiliz sermayeli ZincOx Anadolu Çinko Sanayi Şirketi'nin "Çinko Geri Kazanım Projesi - Proje Tanıtım Dosyası" nda buluyoruz:

"EAOT tehlikeli bir maddedir. EAOT yeraltı suyuna sızması durumunda su kalitesini olumsuz etkileyecek yapıda tehlikeli maddeler içermektedir.

Mevcut durumda Türkiye'de, EAOT bertarafının yönetimi ve kontrolü çevresel etkilerini önlemek açısından yeterli değildir. Bu yüzden Çevre ve Orman Bakanlığı kabul edilebilir bertaraf metotlarını zorunlu hale getirecek adımlar atılmasını istemektedir.

Pek çok defa, EAOT cüruflla karıştırılarak atık yığınları biçiminde yerüstünde depolanmıştır. Bu durum aslında inert madde olarak kabul edilen cürufları da tehlikeli atık sınıfına sokmaktadır.

Sonuç olarak mevcut uygulamalar neticesinde yeraltı sularının, yüzey sularının, toprağın ve havanın kirletilmesi potansiyeli vardır." (2)

"Ağır metaller kalıcı kirleticiler olarak nitelendirilmektedir Ağır metallerin insan vücudundaki en önemli etkileri toksik olmaları ve uzun vadede kanser yapmalarıdır." (5).

Gemi sökümünün kirletici unsurlarından birisi olan ağır metaller hakkında, Gemi Sökümü bölümünde ayrıntılı bilgi verilmiştir.

## GEMİ SÖKÜMÜ

Gemi Sökümü; teknik, ekonomik, yasal veya herhangi bir nedenle ömürlerinin sonuna gelmiş kullanılmayacak durumda olan gemilerin parçalarına ayrılması; gemi gövdesinin hurda demir olarak parçalanması, gemideki makine ve donanımların ve diğer ekipmanların çıkartılması işlemleridir.

Dünyada birçok ülkede gemi sökülme tesisi vardır. Norveç, Danimarka, Hollanda, Belçika, İngiltere, Polonya, Portekiz, İspanya, Ukrayna, Rusya Federal Cumhuriyeti, Brezilya, Meksika, gemi sökülme tesisleri bulunan ülkelerdir. Bu ülkelerdeki gemi sökülme tesisleri, çevresel ve toplumsal maliyetlerin yüksekliği nedeniyle çalıştırılmamaktadır. Hâlen çalışmakta olan gemi sökülme tesisleri ise Hindistan, Pakistan, Bangladeş, Çin Halk Cumhuriyeti ve Türkiye'de bulunmaktadır.

Aliğa'da Gemi Sökümü Yapan Kuruluşlar

Tablo 1. Aliğa'daki Gemi Söküm Kuruluşlarının İsim ve Söküm Kapasiteleri

SIRA NO:	FİRMA ADI	KAPASİTE (1.000 ton)
1-	ANADOLU GEMİ SÖKÜM	40
2-	AVŞAR GEMİ SÖKÜM	40
3-	BUTONİ GEMİ SÖKÜM	40
4-	BEREKET GEMİ SÖKÜM	40
5-	CEMSAN GEMİ SÖKÜM	30
6-	DEMTAŞ GEMİ SÖKÜM	30
7-	DÖRTEL GEMİ SÖKÜM	40
8-	EGE GEMİ SÖKÜM	40
9-	GEMİ YAN SANAYİ	40
10-	GÜRSOY GEMİ SÖKÜM	25
11-	İŞIKSAN GEMİ SÖKÜM	50
12-	KALKAVAN GEMİ SÖKÜM	60
13-	KARAHÜSEYİNOĞLU GEMİ SÖKÜM	40
14-	KURSAN GEMİ SÖKÜM	40
15-	LEYAL GEMİ SÖKÜM	55
16-	İNMET GEMİ SÖKÜM	50
17-	CEMAŞ GEMİ SÖKÜM	45
18-	ÖGE GEMİ SÖKÜM	60
19-	SÖK GEMİ SÖKÜM	60
20-	ŞİMŞEKLER GEMİ SÖKÜM	60
21-	YAZICI GEMİ SÖKÜM	35
22-	RESA GEMİ SÖKÜM	35
TOPLAM KAPASİTE:		955

#### Gemi Sökümünde Çevreyi Kirleten Unsurlar

Madensel yağlar, ağır metaller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), poliklorlu bifeniller (PCB), asbest, organotin bileşikler (TBT...), dioksin ve diğerleri gemi sökümün kirleticileridir.

#### Madensel Yağlar

Baştankara edilerek sökülen gemilerden madensel yağların ve petrol türevlerinin, denize ve karaya sızmasıyla çevresel kirlilik oluşmaktadır. İnce film tabakası halinde bir yağ kütlesi bile, oksijenin havadan suya geçmesini kısıtlar veya tamamen engeller. Türbülânsın olmadığı durumlarda, birkaç molekül kalınlığındaki petrol-yağ, suyun oksijeninin kısa sürede tükenmesine neden olur.

Madensel yağlar ve akaryakıtlar toksik özellikler göstermektedirler. Petrol ve madensel yağ sızıntıları, kuşları, memelileri ve su canlılarını tehdit etmektedir. Yağlar balıkların

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

solungaçlarına yapışarak balıkların boğularak ölümlerine neden olurlar. Ağır yağlar, su tabanına çökerek oradaki yaşamı olumsuz etkiler. İnsanlar da; solunum, kirlenmiş balık ve su tüketimiyle bu kirlilikten etkilenmektedirler.

Greenpeace tarafından gemi söküm bölgesinde belirlenen alanlardan alınan örneklerden, % 0.6 ile % 4.0'lük konsantrasyona kadar değişen bir aralıkta ağır şekilde madensel yağlarla kirlenmiş- lik olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan % 4.0 lük konsantrasyonun Hollanda'daki müdahale gerektiren değerlerden 8 kat daha fazla olduğu bilinmektedir.

### Ağır Metaller

Ağır metaller kalıcı kirleticiler olarak ta nitelendirilmektedirler. Bir organizmadan diğerine besin zinciri yoluyla geçerler. İnsan bedenindeki en önemli etkileri toksik olmaları ve uzun vadede kanser yapmalarıdır. (5)

Ağır metaller gemi içerisindeki birçok üründe çeşitli miktarlarda bulunabilmektedir. Boyalar ve koruyucu kaplamalar çinko, kurşun ve bakır gibi metaller içermektedir. Hem çinko (özellikle en üstteki boya tabakasında) hem de bakır yeni üretilen boyaların da içerisinde dikkate değer miktarlar da bulunmaktadır. Ağır metal bileşikleri aynı zamanda anotlarda, izolasyonda, bataryalarda ve elektrikli aygıtlarda da mevcuttur.

Ağır metaller insan sağlığına ve ekolojik sistemlere zarar verebilmektedir. Örneğin civa, toksik etkili ağır metaldir ve sinir sistemini etkileyen kalıcı ve biyoakümülatif (insan vücudunda birikebilen) bir kirleticidir. Özellikle küçük yaştaki çocuklar bu etkilere daha duyarlıdır. Az miktarda konsantrasyonlarına bile uzun süre maruz kalmak, sağlığını olanaksız öğrenme bozukluklarına, beyinsel gelişimin yavaşlamasına, sinirsel ve fiziksel gelişimin gecikmesine neden olabilmektedir.

Aliağa'da gemi söküm bölgesinde, Greenpeace tarafından örnekleri alınan ağır metaller: As (arsenik), Cd (kadmium), Cr (krom), Cu (bakır), Hg (civa), Pb (kurşun), Ni (nikel), Zn (çinko) dur.

### PAH (Polycyclic Aromatik Hidrokarbon)'lar

Yaklaşık olarak 250 çeşit polycyclic aromatik hidrokarbonun varlığı bilinmektedir. Bunların 30'a yakını ve birkaç yüz türevi kanserojen olarak sınıflandırılmaktadır.

PAH 'lar, özellikle gemilerin kaynakla kesimi sırasında, kesimden sonra boyaların içten içe yanmasıyla ya da atıkların kasıtlı olarak yakılması sırasında oluşan gazların doğrudan solunması yoluyla insan sağlığına zararlı olmaktadır.

PAH' lar, tozlarda, çökeltilerde, canlıların dokularında birikebilmektedirler. Solunma, deriye bulaşma, besin zinciri yoluyla canlı bedenine alınabilmektedirler.

PAH' lar, enzimlerin bozulması, akciğer, mide, barsak ve derinin zarar görmesi halinde kötü huylu tümörlere neden olmaktadır. Yüksek düzeyde PAH bulunan madde karışımlarının deri kanserine neden olduğu 1775 ten beri bilinmektedir.

---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



Aliağa'da ölçülen PAH'lar: Naftaleen, anthraceen, fluorantheen, pyreen, benz (a) anthraceen, chryseen, benzo (k) fluoranthreen, benzo (a) pyreen, benzo (ghi) peryleen, indeno (1, 2, 3 cd) pyreendir.

Greenpeace tarafından çeşitli yerlerden alınan PAH örneklerinin çoğu karşılaştırma örneğinden daha yüksek konsantrasyonlardadır ve özellikle IV no. ile işaretledikleri gemi söküm alanı ciddi şekilde kirlenmiştir. PAH'ların toplam değeri Hollanda'daki "müdahale" değerinin neredeyse iki katıdır. Örneklerin yarısından fazlasında sınır değerler aşılmaktadır. IV nolu alan PAH' lar açısından en kirli bölgedir ve bütün ölçümlerde test değerleri aşılmıştır.

PCB (Poly Clorlu Bifenil ) ler

PCB (poliklorbifeniller), 200 den fazla insan eliyle yapılmış kimyasal maddeyi kapsamaktadır.

Sanayide çok geniş kullanım alanı vardır. Renksizdirler. Ateşe dayanıklı, ısı ve elektriği güçlükle iletme gibi özelliklere sahip olduklarından, temel olarak elektrik sistemlerinde soğutucu sıvı olarak kullanılırlar. Ayrıca, yapıştırıcılarda, plâstiklerde, boyalarda dolgu maddesi olarak ta kullanılırlar.

1970' li yıllarda satışlarına kısıtlamalar getirilmiştir. Çevrede hiçbir değişikliğe uğramadan uzun süre kalması ve uzun vadeli etkileri konusundaki kuşkular nedeniyle ABD' de üretimi 1977 yılında yasaklanmıştır.

PCB'ler insan ve hayvanlarda toksik etki yapmaktadır. Besin zincirine girerek zararlı etki göstermektedir. PCB'ler yağ dokusunda biriktiği için yüksek organizmalar daha çok etkilenmektedir.

PCB'ler ısıtıldıklarında çok daha zehirli olan poliklordibenzofuran gibi maddelere dönüşmektedir. PCB'ler parçalanmış gemilerin ekipmanlarında ve malzemelerinde katı

(balmumu kıvamında) ve sıvı(yağlı) hallerde bulunmaktadır. Milyonda 50 partikül (ppm)'den çok daha fazla PCB içeren bu ekipman ve malzemeler; kablo yalıtımı, transformatörler ve içlerinde transformatör ve kapasitör bulunan kapasitörler ve elektronik ekipmanlar, yağ bazlı boyalar, çapa ırgatları ve hidrolik sistemleri kapsamaktadır.

Gemi söküm tesislerdeki çeşitli örnek alanlarında, Greenpeace tarafından alınan örneklerde PCB'lere rastlanmıştır. Neredeyse tüm değerler sınır değerinin üzerindedir.

Asbest

Asbest lifsi ve kristal yapıya sahip; magnezyum silikat, kalsiyum magnezyum silikat, demir magnezyum silikat ve kompleks sodyum demir silikat bileşimi şeklinde bulunan bir grup mineraldir.

Asbest yanmazlık kalitesi, yalıtım gücü ve kimyasal olarak nötr olmasından dolayı birçok gemide kullanılmıştır. Örneğin makine dairesinin ya da mürettebat kamaralarının yalıtımında, boruların ve elektrik kablolarının izolasyonunda kullanılmıştır.

Çok az asbest lifi konsantrasyonları bile akciğerlerde yara benzeri dokuların oluşmasına ve sürekli nefes alma zorluklarına (asbestozis) yol açmaktadır. Bu durum daha uzun vadede akciğer kanseri veya solunum organlarını çevreleyen tabakalarda görülen kanserlerle (mezotelyoma) sonuçlanabilmektedir.

Aliğa'da gemi söküm bölgesinde çalışan işçilerden "solunum zorluğu" yakınması olanlara, basit radyolojik incelemeden sonra "astım" hastası oldukları söylendiği bilinmektedir.

Oysa, böylesi bir işte çalışanlara daha ileri tetkikler (MR, tomografi ) yapılarak gerçek hastalıkları saptanmalı ve sağlımları bu tanıya göre yapılmalıdır.

1991'de Berlin'den ve Karlsruhe'den gelen Alman araştırmacıların yaptıkları hava örneği analizleri "tesislerin her yerindeki havanın asbest lifleriyle kirlenmiş olduğunu" ortaya çıkarmıştır. (Recknagel ve Alleweldt, 1992).

Greenpeace'in de Aralık 2001'de yaptığı analizler de, asbest içeren malzemelerin sadece atık alanlarında değil, aynı zamanda gemi söküm tesislerinin her yerinde dağınık olarak bulunduğunu kanıtlamaktadır. Greenpeace, ayrıca bunların çoğunun Türkiye'de üretimi ve kullanılması 1996 dan bu yana yasaklanmış olan asbest türleri olduğunu da ispatlamıştır. (Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği, 1993).

Aliğa'da; gemilerden sökülen asbestin diğer tehlikeli atıklarla birlikte denize ve Harmandalı Çöp Döküm alanına döküldüğü, İzmir'de kurulu fren ve debriyaj imalâthanelerine verildiği savları yaygındır.

Gemi söküm tesislerine 03.10.2007 günü yaptığımız inceleme gezisine bu nedenle; Greenpeace, Avrupa Gemi Söküm Birliği Temsilcileri ile birlikte Harmandalı Çevre Plâtformu Temsilcisi de katılmıştır.

Dünyada birçok ülkede asbest kullanımına son verilmiştir. Almanya'da asbest dışalım ve kullanımı sıfırlanmıştır. Danimarka, Hollanda ve İtalya gibi ülkelerde asbest kullanımı yasaklanmıştır.

ODTÜ, İYTE ve DEÜ 'nce, Aliğa'da yürütülen 'Aliğa Endüstri Bölgesinde Hava Kirliliğine Neden Olan Organik Kirleticilerinin Kaynaklarının ve Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi.' çalışmasında asbest ölçümü yapılmamıştır.

## Organotinler

Tribütülin (TBT) 1970'lerden beri çürüme önleyici boyalarda kullanılmakta olan etkili bir bio- sittir (canlı organizmalara karşı zehir). TBT su ekosistemlerinde bulunan en zehirli bileşiklerden biri olarak kabul edilmektedir. Deniz canlılarına etkileri ölümcül olabilmektedir. TBT deniz midyelerinin endokrin sistemini tahrip eder ve deniz yılanlarının dişilerinde erkek

---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

özelliklerinin ortaya çıkmasına yol açar. TBT aynı zamanda canlıların bağışıklık sistemini de zayıflatır. Deniz suyunda çok az miktarda TBT'ye mâruz bırakılan midyelerin kabuklarında deformasyonlar oluştuğu gözlenmiştir.

Organotin bileşikleri insan sağlığına düşük dozlarda bile zarar verebildiği için sanayileşmiş ülkelerde TBT içeren çürüme önleyici boyaların zararlarından işçileri korumak için yasal düzenlemeler getirilmiştir. TBT içeren boyalarla teması gerektiren işlerde deri, göz ve akciğerlerin korunması zorunlu kılınmıştır.

Zehirli organotinler içeren gemi boyalarının, Ekim 2001'de düzenlenen IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü) toplantısında, Ocak 2003'ten itibaren kullanımdan kaldırılmasına ve 2008'de organotinli boyaların tüm gemilerden uzaklaştırılmasına veya güvenli biçimde muhafaza edilmesine karar verilmiştir.

Greenpeace tarafından bölgede yapılan araştırmalar sırasında, karşılaştırma bölgesinde organotinlere rastlanmamıştır.

Tesislerde ise her alanda TBT'ye (tribütiltin) rastlanmış, özellikle IV numaralı alan olarak adlandırılan gemi söküm alanının, kirlenmemiş sediman değerlerinin 10.000 katı gibi çok yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu ortaya çıkmıştır. Burada bulunan TBT düzeyi OSPAR tarafından kabul edilen deniz sedimanı ekotoksikolojik değerlendirme kriterlerinin yaklaşık 22.000 ila 220.000 katıdır. IV numaralı gemi söküm alanı dışında da Dibütiltin'e rastlanılmıştır. IV Numaralı gemi söküm alanı yine en kirli bölge konumundadır.

## Dioksin

Gemi söküm tesislerinde sökülen gemilerden çıkartılan elektrik kablolarının bakırını ayırmak için yakıldıklarını biliyoruz. Bu kablolar PVC ile kaplı oldukları için yakıldıklarında, toksik gazlarla birlikte dioksin ve furan gibi yüksek derecede kanserojen kimyasallar oluşur.

Greenpeace, yakılan kabloların küllerinden aldığı örneklerin analiz sonuçlarıyla bu oluşumu, Aliğa'daki gemi söküm bölgesi için kesin olarak kanıtlanmıştır. (6)

## TEŞEKKÜR

Bu bildirin hazırlanması sırasında yayınlarından yararlandığım değerli bilimcilerimizle görüşerek, bu bilgilerini kullanabilmek için izinlerini alamadım. Ancak, izin vereceklerini biliyordum. Onlarla, en içten saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Tehlikeli Gemi Sökümünü Önleme Girişimi örgütlülüğünde birlikte olduğumuz Greenpeace' teki arkadaşlarıma ve özellikle de Sayın Erdem VARDAR' a, gemi söküm bölgesinde yaptıkları çalışmalar ve bu çalışmalarından sürekli olarak yararlanmama izin verdikleri için yürekten teşekkür ederim.

## SONUÇ

İzmir ili Aliğa ilçesinde bulunan demir çelik ve gemi söküm tesisleri, atıkları ile ciddi çevresel ve ekolojik yıkımlara neden olmaktadır. Bu durum yetkili ve sorumlu kurum ve kuruluşlarca da bilinmektedir. Ancak, “kalkınmanın sürdürülebilmesi “ amaçlı politikalar nedeniyle, soruna çözüm üretilememekte ve sorun gün geçtikçe daha da büyüyerek devam etmektedir. Bu durumda Aliğa’ya, özellikle de termik santraller gibi, yeni yatırımlar yapılmak istenmesi kabul edilebilir değildir.

## KAYNAKLAR

Prof. Dr. Tuncel, Gürdal.,Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü., Prof. Dr. Bayram, Abdurrahman., ve Prof. Dr. Müezzinoğlu, Aysen., Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü., İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Müh. Bölümü., ‘Aliğa Endüstri Bölgesinde Hava Kirliliğine Neden Olan Organik Kirleticilerinin Kaynaklarının ve Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi.’ Şubat 2008.

Çinko Geri Kazanım Projesi Proje Tanıtım Dosyası., SRK Danışmanlık ve Mühendislik A.Ş., Ankara 2007, 50 sayfa.

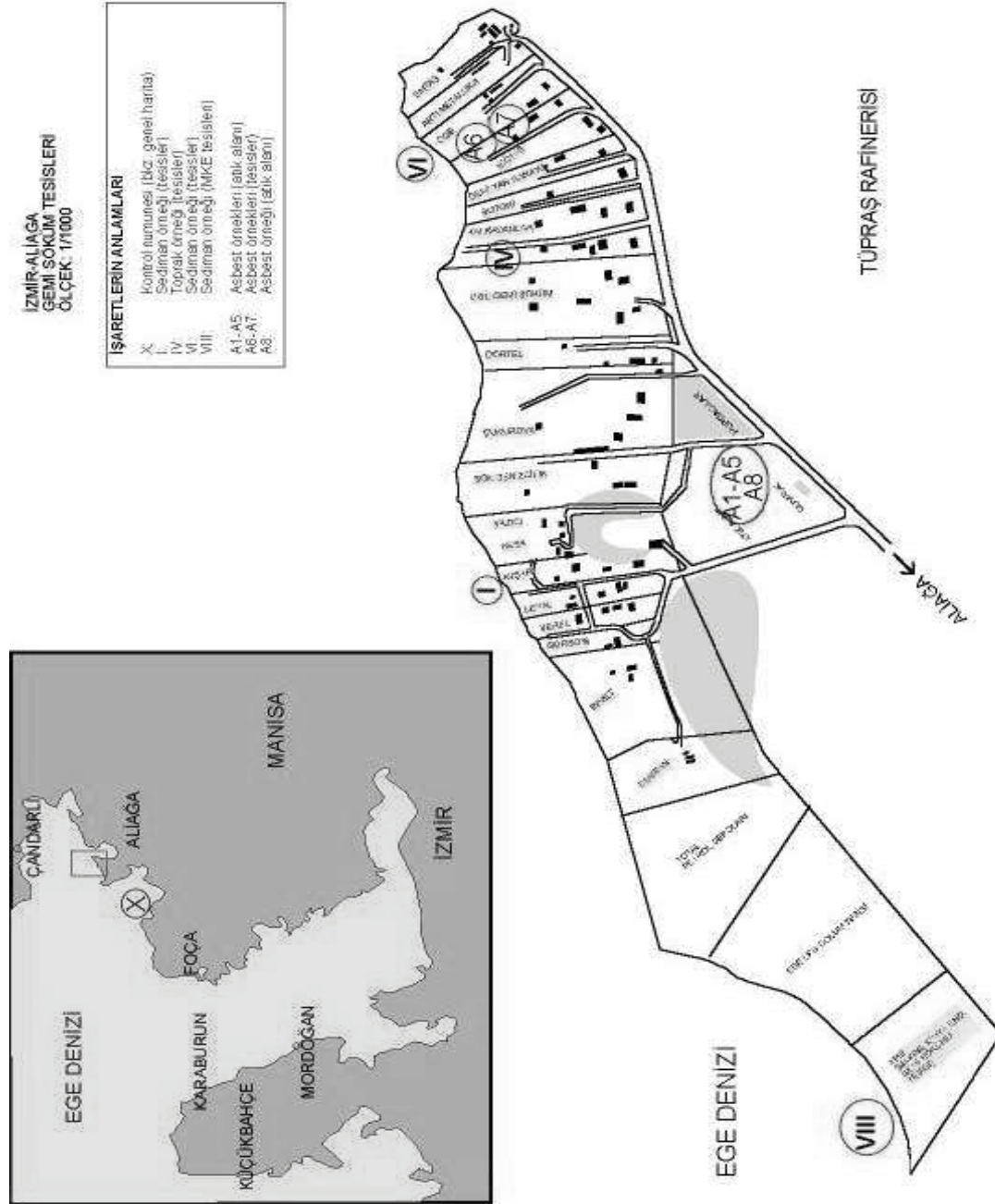
Aliğa Haber Gazetesi, 25 Temmuz 2006.

Milliyet Ege, 15 Şubat 2008

Doç. Dr. Türkman, Ayşen., “Çevremiz ve Biz “ , Ege Kültür Vakfı DEÜ ÇEVMER, İzmir 1993

Vardar, Erdem ve Harjono, Marietta., “Aliğa Gemi Söküm Tesisleri’ndeki Çevre, Sağlık ve Çalışma Koşulları hakkında Greenpeace Raporu”., İzmir. Ocak 2002, 36 sayfa.

## EK 1. Aliğa Gemi Söküm Tesisleri Yerleşim Kroki



\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

## EK 2. Aliğa Haber Gazetesi, 25 Temmuz 2006



Aliğa'da Cüruf Zirvesi



25 Temmuz 2006

Aliğa ağır sanayi bölgesindeki demir çelik kuruluşları ve haddehanelerin çıkardığı cüruf ve diğer tehlikeli atıkların Bertarafı konusu kapsamlı bir toplantıyla masaya yatırıldı.. Aliğa Belediye Meclis Salonunda yapılan toplantıya İzmir Çevre Orman İl Mü

#### ALİAĞA'DA DEMİR ÇELİK TESİSLERİ VE HADDEHANELERDEN ÇIKAN CÜRUF VE DİĞER TEHLİKELİ ATIKLARIN BERTARAFI KONUSU KAPSAMLI BİR TOPLANTIDA TARTIŞILDI

Aliğa ağır sanayi bölgesindeki demir çelik kuruluşları ve haddehanelerin çıkardığı cüruf ve diğer tehlikeli atıkların Bertarafı konusu kapsamlı bir toplantıyla masaya yatırıldı.. Aliğa Belediye Meclis Salonunda yapılan toplantıya İzmir Çevre Orman İl Müdürü Osman Tatar, Aliğa Belediye Başkanı Tansu Kaya, Başkan yardımcıları Yaşar Baydur Onaran, Hasan Selvi, AVG firması temsilcisi Hakan Ünsal, ABI Atık bertaraf İşl. Ltd.şti temsilcisi Erkan Sarıcan ve bölgede faaliyet gösteren demir çelikler ile Haddehanelerin temsilcileri, çevre birim yetkilileri ve bölgede işletme ruhsatı bulunan maden sahipleri katıldı. Yaklaşık üç saat süren toplantıda 14 Mart 2005'de yayımlanarak yürürlüğe giren 25755 sayılı "Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nin uygulanma aşamasında yapılacak hızlandırılmış projeler ile cüruf ve tehlikeli atıkların bertarafı konuşuldu. **8 MİLYON TON TEHLİKELİ ATIK FABRİKALARDA DEPOLANMIŞ** Toplantıda söz alan Aliğa Belediye Başkanı Tansu Kaya, Aliğa Sanayi bölgesindeki cüruf ve diğer tehlikeli atıkların ciddi sorunlar yaratmaya başladığını belirterek, bölgede 7-8 milyon ton tehlikeli atığın fabrika sahalarında depolanmış olduğunu açıkladı. 2004 yılından itibaren belediyenin ve Çevre İl Müdürlüğü'nün etkin çalışmaları sonucu cüruf, tüfâl ve baca külü atıklarının ayrı ayrı depolandığını hatırlatan başkan Kaya, geçmişte tehlikeli atıkların ayrıştırılmadan cüruflarla birlikte depolandığını bu yüzden tüm atıkların tehlikeli atık sınıfına girdiğini hatırlattı. Başkan Kaya, "geçmişte 2004 yılına kadar yapılmış olan depolamalarda üç değişik atık bir arada depolanmasından dolayı, birikmiş cüruf dağları tehlikeli atık madde kapsamında görünmektedir. Elimizdeki verilere göre yaklaşık 7-8 milyon ton tehlikeli diye adlandırılan bu malzeme fabrikaların sahalarında depolanmış vaziyettedir. Ne yazık ki elimizde Milyon tonlarca tehlikeli cüruf atığı mevcut." Dedi.

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Milliyet Gazetesi Ege Eki, 15 Şubat 2008

Alarm şimdi de toprakta çalıyor

İzmir'in sanayi ilçesi Aliğa'yı üniversiteler 2.5 yıl boyunca araştırdı. İşte sonuç: Hava kirliliği sınır değerlere geriledi. Ancak ağır metaller toprağa çöktü. Bölgede yetişen tarım ürünleri riskli!

*UFUK GÜLEN - KUDRET KARAKULAK DHA*

Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ), İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Aliğa'yı mercek altına aldı. Büyükşehir ve Aliğa belediyelerinin de desteğiyle "Hava Kirliliğine Neden Olan Organik Kirleticilerinin Düzeylerinin, Kaynaklarının ve İnsan Sağlığına Etkilerinin Belirlenmesi Projesi" yürütüldü. İzmir'in sanayi ilçesi, bilim adamları tarafından 2.5 yıl boyunca araştırıldı.

Toplam 200 bin YTL'ye mal olan projenin TÜBİTAK'a teslim edilecek olan sonuçları önce kamuoyunun bilgisine sunuldu. Düzenlenen toplantıda hava kirliliğinin azaldığı, ancak ağır metallerin düştüğü toprağın tehlikede olduğuna dikkat çekildi. Türkiye'de bir ilk olduğu belirtilen projeye başkanlık yapan ODTÜ Çevre Mühendisliği'nden Prof. Dr. Gürdal Tuncel, bölgede tarımın taşıdığı risklere işaret etti. Prof. Dr. Tuncel, şu bilgileri verdi:

Kanserojen maddeler içeriyor

"Öncekilere göre daha kapsamlı çalışma gerçekleştirildi. Biri merkeze, diğeri ağır sanayi bölgesine olmak üzere hava kalitesi ölçüm cihazlarının bulunduğu 2 istasyon kuruldu. 55 nokta üzerinde pasif örnekleme sistemiyle çalıştık. 40 kadar uçucu organik bileşik tespit ettik. Bunların içinde kansere neden olan maddeler de var. Aliğa'da uzun yıllar çok ciddi hava kirliliği vardı. Bu kirlilik zemine çökerek toprak kirliliği oluşturdu. Aliğa'da ağır metallerin yol açtığı toprak kirliliği ciddi boyutlara ulaştı. Havadaki kirlilik ise sınır değerlere kadar düştü. Bölgede yetişen tarım ürünlerinin çok iyi kontrol edilmesi gerekli."

DEÜ Öğretim Üyesi Prof. Dr. Abdurrahman Bayram ise ağır sanayide doğalgaz kullanılmasının hava kirliliğini azalttığını vurguladı. İYTE Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sait Sofuoğlu, bölgede tespit edilen 'benzen' ve 'bromofom' maddelerinin kanser yapıcı özellikte olduğunu söyledi.

Başkan Kaya: Kirlilik haritası çıkardık. Aliğa Belediye Başkanı Tansu Kaya da ilçede aralarında ağır sanayi kuruluşlarının da yer aldığı 100'e yakın işletmenin olduğunu ifade etti. Kaya, kirlilik haritası oluşturduklarını dile getirdi, şöyle konuştu: "Aliğa'da noter huzurunda tespit edilen 400 bin ton tehlikeli cüruf atık bulunuyor. Sanayi bölgesinde yol yapılmadığından dolayı etrafı kaplayan bir toz kütle var. Yolların yapılabilmesi için gerekli çalışmalar acilen başlatılmalı. Bizim ilçe belediyesi olarak bu konuda elimiz kolumuz bağlı. Çalışmaların siyasete alet edilmeden, yürekte, çevre bilinciyle yapılması gerekli."

## SUDA ARSENİK: KİMYASI VE UZAKLAŞTIRILMASI

Ar. Gör. Dr. Nilay GİZLİ  
nilay.gizli@ege.edu.tr

Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİOĞLU  
mustafa.demircioglu@ege.edu.tr

### GİRİŞ

Son yıllarda, güvenli ve yeterli miktarda su sağlanması, iklim değişiklikleri ile daha da önem kazanmaya başlamıştır. Bu durum tarımı, sanayiye ve gündelik yaşamı, kısacası tüm toplumu değişik yönlerle etkilemektedir. Suyun sağlanabilirliğinde gittikçe artarak yaşanan güçlükler, bir yandan suyun tasarruflu kullanımına dikkati çekerken, diğer yandan işlenmiş atık suyun yeniden kazanımı süreçlerini de gündeme getirmiştir.

Tüm dünyadaki bu genel durumun yanında, suyun kimyasal kalite unsurlarından birisi olan arsenik miktarı, 2008 yazında İzmir'in, hatta tüm Türkiye'nin gündemine oturan başlıca bir konu olmuştur. Bu sunumda, arsenik türleri, suda bulunum biçimleri, bu türlerin kimyasal olarak belirlenmeleri ve ardından sudan uzaklaştırılmasında uygulanan yöntemler ele alınacaktır.

Arseniğin insan sağlığını tehdit eden en zehirli elementlerden biri oluşu, su kaynaklarının kirliliğinin izlenmesinde ve içme suyu niteliklerinin belirlenmesinde, önemle üzerinde durulan bir özellik olmasını doğurmuştur. Yeraltı ve yüzey sularındaki arseniğin kökenleri arasında, küresel ısınma, volkanik hareketlilik, mineral-kayaç çözünmesi gibi doğal yollar yanında, orman yangınları, denetimsiz endüstriyel atıklar, arsenik içeren tarım ilaçları ve kimyasal maddelerin kullanımı gibi toplumsal nedenleri sayabiliriz.

Suda başlıca inorganik ve organik bileşiklerin bir bileşeni olarak bulunan arseniğin, içme suyu ile alınımı cilt kanseri riski taşıdığı, gaz evresinde bulunan inorganik arsenik türlerinin solunum yoluyla alınması, akciğer kanseri riski taşıdığı bilinmektedir. Başta Bangladeş ve Hindistan, olmak üzere birçok ülkede, yer altı ve içme sularında arsenik kirliliği ve buna bağlı olarak akut kanser vakaları rapor edilmiştir [Dhar, 1997].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 1993 yılında, içme sularında inorganik arseniği, kanser yapıcı olarak belgelendirmiş ve en yüksek kirlilik seviyesini 10 ppb ( $10 \text{ g/L} = 0.01 \text{ mg/L}$ ) olarak önermiştir (provisonal guideline). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Bakanlığı (US EPA), 2001 öncesine dek 50 ppb olan arsenik düzeyini, 2006 yılına dek bir geçiş dönemi uygulaması ile 10 ppb düzeyine indirmiştir [EPA,2001]. Ülkemizde ise 2006 yılında, Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan ve TSE 266 sayılı bir standart ile içme sularında arsenik derişimi en yüksek 10 ppb ( $0.01 \text{ mg/L}$ ) seviyesine indirilmiştir.

### ARSENİK TÜRLERİ

Arseniğin toksik etkisinde derişimin olduğu kadar türü de önemlidir. Sulu ortamlarda arsenik, başlıca organik ve inorganik sınıfların, birçok farklı türlerinde bulunabilir. Organik türleri,

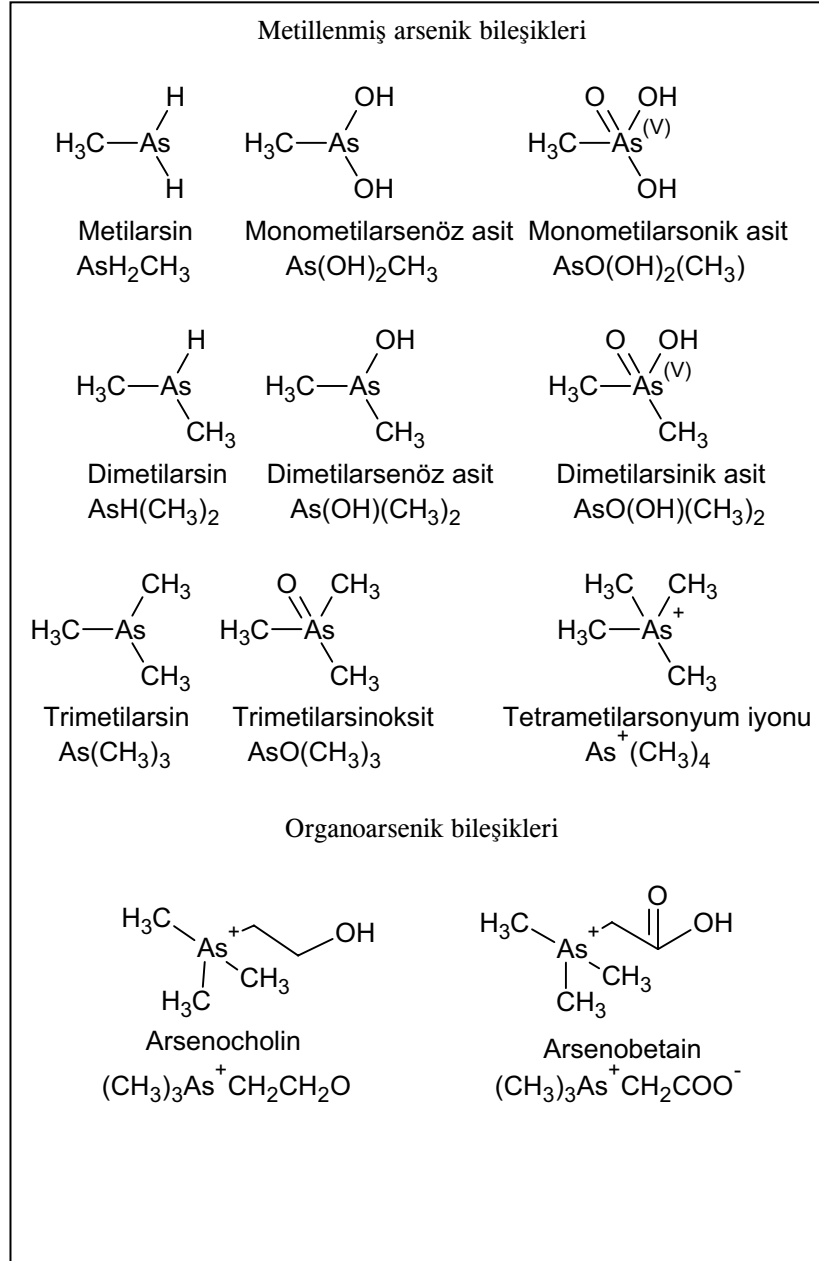
---

\*Bu Bildiri Kimya Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.



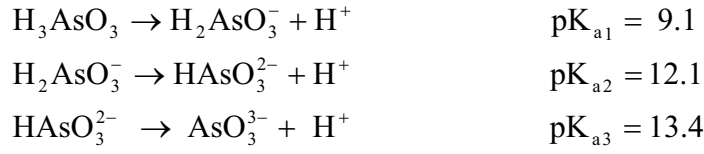
genellikle metillenmiş yapıları olan monometil arsonik asit, dimetil arsinik asit ya da diğer bilinen organoarseniklerden, arseno betain ve arsenocholin olarak bulunur. Organik arsenik türlerine ait kimyasal formül ve yapılar Çizelge 1.'de verilmiştir. [O'Day, 2006].

Çizelge 1. Organik Arsenik Türlerine Ait Kimyasal Formül ve Yapılar



Doğal sularda daha çok inorganik sınıftan bileşiklere rastlanır. İnorganik arsenik, çeşitli koşullar altında -3, 0, +3 ve +5 gibi birçok yükseltgenme basamağına sahiptir. Buna rağmen sulu ortamda  $As^0$  metali (metalloid) oldukça nadir bulunur. İnorganik arseniğin sudaki kararlı türleri artı yüklü iyonlar olarak değil, oksijenli eksi yüklü anyonlar şeklinde bulunur. Artı üç

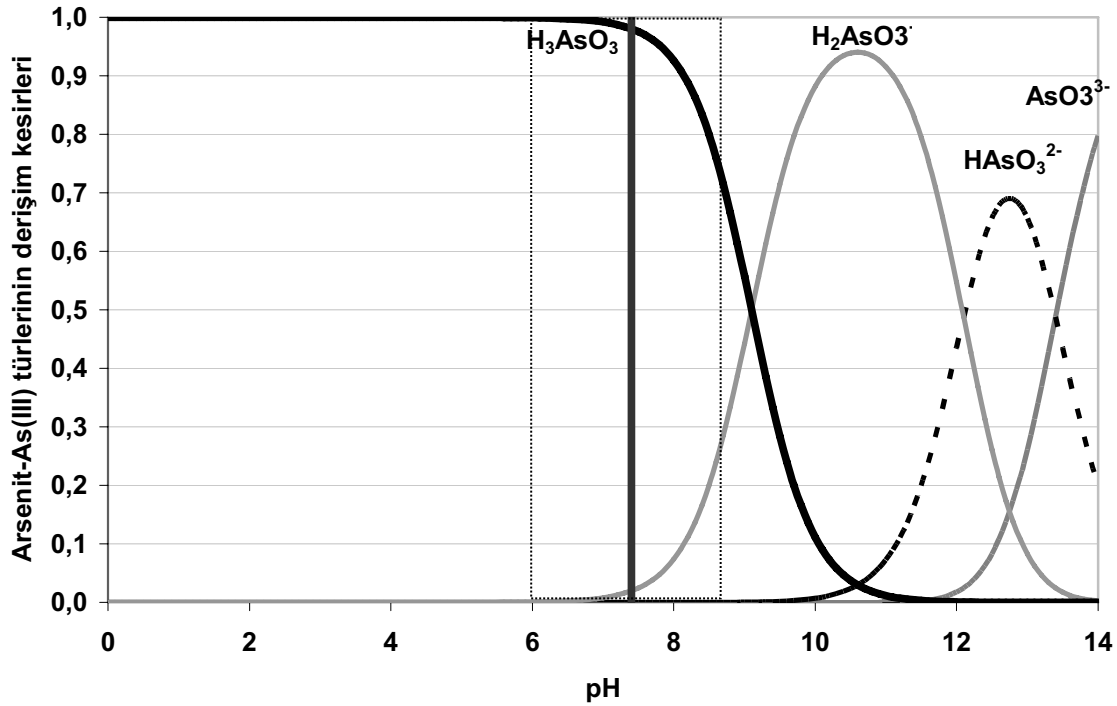
değerlikli arseniğin, eksi üç değerlikli arsenit olarak bilinen anyonuna ( $\text{AsO}_3^{3-}$ ) dayalı asitlik türlerine ( $\text{HAsO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ) ilişkin denklemler ve asitlik sabitleri ( $\text{pK}_a$  değerleri) aşağıda sunulmuştur. [Mohan, 2007].



Bu değerler kullanılarak suyun çeşitli pH değerlerindeki türlerin dağılımına ilişkin kesirler aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır ve pH'a karşı değişim grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.

$$\delta_{\text{H}_n\text{B}} = \frac{\beta_{\text{H}_n} [\text{H}^+]^n}{1 + \sum_{n=1}^N \beta_{\text{H}_n} [\text{H}^+]^n} \quad (1)$$

Burada,  $\delta$ , ele alınan türün derişim kesri,  $n$ , protonlanma düzeyi,  $N$ , en çok protonlanma düzeyi,  $\beta$  ise asitlik sabitliği olarak ifade edilmektedir [Kotrly, 1985].



Şekil 1. Üç Değerlikli Arsenik Türlerinin Dağılım Kesirleri

Suyun yaygın pH aralığı olan 6 ve 9 değerleri arasında toplam derişim arsenit türleri arasında, yüksüz  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  ve anyonik  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$  türleri tarafından paylaşılır. Suyun pH'ı 6 değerinde ortamda tamamen  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  türü bulunuyorken, pH değeri arttıkça  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$  türü de ortaya